

# **AALTO-YLIOPISTO**

Insinööritieteiden korkeakoulu

Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan koulutusohjelma

Rakennusmateriaalit ja -tuotanto

**Ilkka Alanen**

## **Pysäköintiratkaisun optimointi kerrostalorakentamisen hanke- suunnittelussa**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten

Espoossa 2. joulukuuta 2013

Valvoja: Professori (ma.) Arto Saari, Aalto-yliopisto

Ohjaaja: DI Kati Valtonen, Skanska Talonrakennus Oy

---

**Tekijä** Iikka Alanen

---

**Työn nimi** Pysäköintiratkaisun optimointi kerrostalorakentamisen hankesuunnittelussa

---

**Laitos** Rakennustekniikan laitos

---

**Professuuri** Rakentamistalous

---

**Professuurikoodi** Rak-63

---

**Työn valvoja** Professori (ma.) Arto Saari

---

**Työn ohjaaja** DI Kati Valtonen, Skanska Talonrakennus Oy

---

**Päivämäärä** 2.12.2013

---

**Sivumäärä**  
89+1

---

**Kieli** Suomi

---

Asemakaava voi vaatia maankäyttö- ja rakennuslain perusteella rakennushankkeeseen ryhtyvää järjestämään kiinteistön käytön edellyttämä määrä autopaikkoja. Tiiviin rakentamisen alueilla on ollut haasteellista sijoittaa autopaikkoja omalle tontille. Diplomityön tarkoituksena on selvittää tiiviin rakentamisen asukaspysäköintiratkaisut, niiden hyvät ja huonot puolet, sekä mitkä tekijät vaikuttavat pysäköintiratkaisun valintaan, ja kuinka näihin tekijöihin voidaan vaikuttaa. Diplomityö on kirjallisuustutkimus, jossa käytetään myös empiirisenä aineistona toteutuneita suunnitteluratkaisuja.

Kerrostalorakentamisen asukaspysäköintiratkaisut voidaan jakaa maantasoratkaisuihin, asuinrakennuksen yhteydessä oleviin autohalleihin, ja erillisiin keskitettyihin pysäköintitaloihin. Maantasoratkaisu on halpa toteuttaa, mutta sen käyttöä rajaa asemakaavamääräykset, tonttiolosuhteet, rakennusten epäsopivat massoittelut ja liian tehokas rakentaminen. Tonttikohtainen autohalli on laadukas pysäköintiratkaisu, mutta sen rakenteellinen yhteensopivuus asuinrakennuksen kanssa aiheuttaa ongelmia ennen kaikkea kun autohalli suunnitellaan asuinrakennuksen alapuolelle. Seurauksena ovat asuntosuunnittelun kompromissit ja heikko suunnitelmien muutosmahdollisuus rakennussuunnitteluvaiheessa. Keskitetty pysäköintiratkaisu voi tarjota tulevaisuudessa kestäväen kehityksen mukaisen pysäköintiratkaisun.

Kirjallisuuden mukaan pysäköintiratkaisuun vaikuttaa merkittävimmin rakennustehokkuus. Tätä tutkittiin diplomityössä tarkemmin ottamalla rakennusoikeuden määrän lisäksi huomioon rakennusoikeuden jakautuminen, eli rakennusala. Korkea tonttitehokkuus aiheuttaa kiistatta haasteita pysäköinnin mahdolluttamiselle omalle tontille, mutta viiteaineistosta huomattiin myös rakennusten epäsopivan massoittelun aiheuttavan haasteellisia autohalliratkaisuja usein ennen kuin se tonttitehokkuuden puolesta olisi välttämätöntä. Lisäksi diplomityössä selvitettiin, että autohallin ja asuinrakennuksen korkeusasemointi voi johtaa epäedulliseen pysäköintiratkaisuun. Sijoittamalla asuinrakennuksen pohjakerrokseen hyötytiloja voidaan välttää maanalainen tai asuinrakennuksen rungon alapuolinen pysäköintiratkaisu.

---

**Avainsanat** Asukaspysäköinti, velvoitepaikka, autopaikkanormi, asemakaavamääräys, pysäköintiratkaisu, autohalli

---



---

**Author** Iikka Alanen

---

**Title of thesis** Parking solution optimization in development projects of residential buildings

---

**Department** Department of Civil and Structural Engineering

---

**Professorship** Construction Economics

---

**Code of professorship** Rak-63

---

**Thesis supervisor** Professor Arto Saari

---

**Thesis advisor** M.Sc. (Tech.) Kati Valtonen, Skanska Talonrakennus Oy

---

**Date** 2.12.2013

---

**Number of pages**  
89+1

---

**Language** Finnish

---

According to the Land Use and Building Act the city plan may require the party engaging in a building process to arrange a requisite amount of parking space. Locating the parking space on a separate plot has been challenging in densely built areas. The aim of this master's thesis is to study the residential parking solutions in densely built areas; their pros and cons, the factors affecting the choice of a specific parking solution over another and the different ways in which these factors can be influenced.

The parking solutions of apartment buildings can be divided to ground level solutions, garages connected to the residential buildings and separate centralized parking facilities. The ground level solution is affordable to execute, however its usage is restricted by city plan regulations, site setting and circumstance, the improper massing of buildings and excessive building efficiency. Garages equipped with a connection to the residential buildings are a high-quality solution. Nonetheless its structural compatibility with the residential building causes issues especially when the garage is planned underneath the building. This leads to compromises in residential design and low convertibility of the plans in the detailed design phase. In the future the use of centralized parking facilities may offer an option for sustainable development in parking solutions.

Building efficiency has, according to literature, the most significant effect on the choice of the parking solution. This was studied in this master's thesis by considering the building footprint in addition to the building permit. High building efficiency induces challenges to the inclusion of the parking space to the plot. However the reference material proved improper massing to often generate challenging garage solutions before it would be necessary according to the building efficiency. Furthermore this thesis showed that the elevation of the garage and residential building may lead into unfavorable parking solution. Underground parking or parking located underneath buildings can be avoided by locating premises into the bottom floor of the building.

---

**Keywords** Residential parking, city plan regulation, parking space requirement, underground parking

---

# Alkusanat

*Diplomityö tehtiin työsuhteessa Skanska Talonrakennuksen asuntoprojektikehitykselle. Pysäköintiaihetta ehdotettiin diplomityönaiheeksi jo muutama vuosi sitten, joten on selvää, että aihe on todellinen haaste asuntokehittämisessä. Haluan kiittää työnantajaani mielenkiintoisesta aiheesta ja mahdollisuudesta syventyä siihen perusteellisesti. Työn aihe kiinnosti myös useita työkavereitani, ja sain paljon apua eri puolilta organisaatiota: suunnittelunohjauksesta, tuotannosta ja laskennasta. Erityisesti haluan kiittää työni ohjaajaa Kati Valtosta, joka ohjasi työtä oikeaan suuntaan. Erityiskiitos myös Hille Kaukoselle, joka auttoi laajentamaan insinöörinäkökulmaa.*

*Esitän kiitokset myös työn valvojalle Arto Saarelle diplomityön tarkoituksen muistuttamisesta.*

*Haluan myös kiittää rosseja ja muita kavereita tuesta, sekä Päät Trippiä, jonka kautta syksyssä on ollut muutakin onnistumisen iloa kuin diplomityö. Lisäksi kiitän perhettäni kaikista koulu- ja opiskeluvuosien tuesta.*

*Suurimmat kiitokset haluan kuitenkin antaa vaimolleni Janikalle, joka on auttanut ja motivoinut pitkän ja monin tavoin yhteisen opiskeluajan aikana.*

*Helsingissä 2. joulukuuta 2013*

*Iikka Alanen*



# Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
1.1.	Tutkimuksen tausta .....	1
1.2.	Tutkimuksen tavoite.....	3
1.3.	Työn rajausta.....	3
1.4.	Työn suoritus ja tutkimusmenetelmät .....	4
2.	Lähtökohta pysäköinnin järjestämiselle .....	5
2.1.	Asukaspysäköinnin suunnittelun peruseriaatteen .....	5
2.2.	Yleiset ohjeet ja määräykset.....	6
2.3.	Rakennuspaikkakohtaiset asemakaavamääräykset .....	10
2.3.1.	Autopaikkojen järjestämisvelvoite ja pysäköintinormi .....	10
2.3.2.	Rakennusala autopaikoille asemakaavassa.....	12
2.3.3.	Autopaikkojen korttelialue .....	13
2.4.	Vaihtoehtoisia tapoja täyttää pysäköintivelvoite .....	14
2.4.1.	Autopaikat asunto-osakeyhtiön omistuksessa omalla tontilla .....	15
2.4.2.	Rasitteet ja yhteisjärjestelysopimukset.....	15
2.4.3.	Autopaikat erillisessä kiinteistöyhtiössä.....	17
2.4.4.	Autopaikkojen hallinnointi hallinnanjakosopimuksella .....	17
2.5.	Pysäköinnin toteutuskustannukset .....	18
3.	Asukaspysäköinnin rakenteelliset vaihtoehdot.....	19
3.1.	Maantasopysäköinti.....	22
3.2.	Maanalainen pysäköinti .....	24
3.2.1.	Maanalainen pysäköinti – kokonaan rakennuksen alla .....	26
3.2.2.	Maanalainen pysäköinti – kokonaan rakennuksen vierellä .....	27
3.2.3.	Maanalainen pysäköinti – osittain rakennuksen alla .....	28
3.3.	Maanpäällinen autohalli ja kansirakenne .....	30
3.4.	Pysäköintitalo.....	32
4.	Rakentamisen laajuuden vaikutus pysäköintiratkaisuun .....	34
4.1.	Tonttitehokkuus ja rakennusala.....	34
4.2.	Tonttitehokkuus, rakennusala ja maantasopysäköinti.....	35
4.3.	Tonttitehokkuuden, pysäköintinormin ja autopaikkatehokkuuden riippuvuus .....	39
4.4.	Autopaikkatiheyden vaikutus pysäköintiratkaisuun .....	41
5.	Pysäköinnin vaakasuuntaisen asemoinnin vaikutus suunnitteluratkaisuun.....	46
5.1.	Autohallin ja asuinrakennuksen rungon yhteensovittaminen – äärimmäisenä tapauksena kellaripysäköinti .....	46
5.1.1.	Leveän ajoväylän ongelma kellaripysäköinnissä .....	51
5.1.2.	Pysäköintimoduulin ja asuinrakennusrungon sovittamisen erityiskysymyksiä.....	55
5.1.3.	Kellaripysäköinnin erityisratkaisuja .....	57
5.2.	Korkean rakennustehokkuuden tontin massoittelu .....	60
5.3.	Erittäin korkean rakennustehokkuuden massoittelu.....	64
6.	Pysäköinnin korkeusasemoinnin vaikutus suunnitteluratkaisuun .....	68
6.1.	Maanalaisen autohallin lisäkustannus.....	69
6.2.	Autohallin korkeusaseman vaikutus viereiseen asuinrakennukseen.....	73
6.3.	Asuinrakennuksen pohjakerroksen tilankäyttö .....	75
7.	Tulosten arviointi.....	80
7.1.	Keskeiset tulokset.....	80



7.2.	Tulosten luotettavuus, yleistettävyys ja kehitysehdotukset .....	83
8.	Johtopäätökset.....	85
	Lähteet.....	86
	Liitteet	

Liite 1 Autopaikkatiheyden kaavan johtaminen 1 sivu

# 1. Johdanto

## 1.1. Tutkimuksen tausta

Yhdyskuntasuunnittelun viime vuosikymmenten trendeihin on kuulunut tiivistää kaupunkirakennetta kaavoittamalla tarkoituksen mukaisille alueille enemmän rakennusoi-keutta tonttialaa kohti. Tiiviin rakentamisen alueita ovat etenkin kaupunkien keskusta-alueet ja hyvän joukkoliikenteen tavoitettavissa olevat alueet. Uuden asuntorakentamis- kannan vaatimia autopaikkoja ei ole pystytty tehokkaan kaavoituksen myötä sijoitta- maan maanpäällisinä avopaikkoina, vaan ne rakennetaan maan alle tai useaan tasoon. Samaan aikaan olemassa oleva rakennuskanta on sijoitettu rakennettavuudeltaan par- haille tonteille. Uusi rakennuskanta joutuu vuosi vuodelta ottamaan käyttöön tontteja, joiden geotekniset olosuhteet ovat haasteellisempia. Tiivis rakentaminen ja haasteelliset olosuhteet ovat nostaneet pysäköintiratkaisun yhdeksi suureksi osa-alueeksi erityisesti asuntorakennushankkeissa, joissa pysäköinnin sovittaminen muun rakentamisen yhtey- teen on haastavampaa kuin esimerkiksi toimitilarakentamisessa.

Autopaikkojen järjestämisvelvoitetta on käytetty Suomessa 1960-luvulta lähtien (Suomen rakennusinsinööriliitto 1992, s. 5). Velvoitetta käytetään kaupunkisuunnittelussa ympäri maailman. Yleisesti autopaikkojen käyttäminen on ollut halvempaa kuin niiden todelliset kustannukset edellyttäisivät, koska pysäköinti on luonteeltaan kiinteistön var- sinaisen liiketoiminnan tukitoimintomaista palvelua. Yritykset houkuttelevat asiakkaita ja työnantajat työntekijöitä hyvillä ja edullisilla pysäköintijärjestelyillä. Toisaalta auto- paikkojen subventointi on jäänne vanhasta ajattelutavasta, joka perustui autoriippuvuu- teen ja autopaikkojen tarjonnan riittävyyden varmistamiseen. Sen mukaan osa autopai- koista on oltava aina vapaana ja että niiden käyttökustannukset pitäisi olla kytkettynä muuhun käyttöön (Moeinaddini et al. 2013). Ajattelutapa, että pysäköinti on kuin mikä tahansa yhteiskunnan tarjoama infrastruktuuripalvelu kuten koulut ja päiväkodit, on joh- tanut kaavoittajan pitämään velvollisuutena varmistaa maankäytön suunnittelussa niiden riittävyys pysäköintinormein. 2000-luvulle tultaessa ajattelutapa on muuttunut niin, ettei autopaikkoja enää haluta ajatella osana muuta käytettävää tilaa, vaan erillisenä palvelu- na. Tähän liittyy pysäköintitilan suoran rajoittamisen sijaan enemmän niiden kustannus- ten kohdistaminen suoraan pysäköintipaikan käyttäjille. Ehkäpä ensimmäinen puoli- ilmaista pysäköintiä tutkinut ja sitä kritisoinut on ollut yhdysvaltalainen pysäköintipro- fessori Donald Shoup, joka kirjassaan *High cost of free parking* (2005) käsittelee sen taloudellista ja ekologista ongelmallisuutta. Pohjois-Amerikassa edellä mainittu perin- teinen ajattelutapa halvan pysäköinnin ikään kuin perusoikeudellisesta asemasta on eri- tyisen vahva. Tästä johtuen Shoup on lähtenyt tutkimuksissaan liikkeelle ennen kaikkea autopaikkapolitiikan taloudellisista epäkohdista. Nytemmin myös kestävän kehityksen mukainen yksityisautoilun vähentäminen on lisännyt painetta uudelleenarvioida pysä- köintipaikkojen tarpeenmukaisuutta.

Suomessa pääkaupunkiseudun kalliit asuntomarkkinat ovat johtaneet paineisiin vähentää rakentamiskustannuksia. Rakennuttaja myy autopaikat hinnalla, jonka markkinat ovat niistä valmiita maksamaan. Loppuosa kustannuksista otetaan huomioon asuntojen hinnoittelussa. Autopaikkojen hinnoittelu on tavallista suurempaa tasapainoilua, koska pelko myymättä jäävistä autopaikoista on todellinen (Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta 2013, s. 4). Autopaikkojen hintojen siirtäminen asuntojen hintoihin on estänyt hankkeiden aloituksen tilanteissa, joissa hankkeen talous on ollut muutenkin tiukalla (Helsingin kaupunki 2009). Arviot autopaikoituksen vaikutuksesta rakentamiskustannuksiin ovat vaihdelleen 400 eurosta 1000 euroon asunneliötä kohden (Rakennuslehti 2.7.2012, 17.1.2013, Taloussanomat 12.1.2013). Korkean autotiheyden ja autopaikkavaatimusten Yhdysvalloissa autopaikkojen kustannusvaikutus on laskettu olleen vuonna 1964 Kaliforniassa 18 % rakennuskustannuksista (Manville 2013).

Kaavoittajan näkökulma velvoitepaikkojen puolesta on liian hidas kulttuurinmuutos autoliijoiden valmiudesta maksaa kokonaan autopaikkojen kustannukset ja tästä seuraava autopaikkojen tarjonnan määrän romahtaminen. Pelkona on kadunvarsipysäköinnin hallitsematon leviäminen ja ylipäättänsä sen riittämättömyys autopaikkatarpeen tyydyttämiseen. Autopaikkatarvetta ei yksityisautoilun hillintähaluista huolimatta kannata aliarvioida, koska varsinkin keskustojen ulkopuolella yksityisautoilun tarvetta ei liene syytä kyseenalaistaa.

Toinen argumentti autopaikkavaatimusten puolesta – ja sitä kautta niiden kustannusten siirtämisestä asuntojen hintoihin – on pelko sääntelyn poistamisesta aiheutuvan kustannussäästön jäävän sellaisenaan toteuttajan katteeseen (Helsingin kaupunki 2009, Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta 2012, s. 4). Lyhytnäköisyyttä tai ei – Todd Litman (2013) on kuitenkin esittänyt rakennuskustannusten alentamisen olevan paras tapa tarjota kohtuuhintaista asumista; sekä suorien hyötyjen, eli kustannusten alentamisen johdosta, että epäsuorien hyötyjen, eli oikeanlaisen tarjonnan lisääntymisen johdosta.

Pysäköinnistä kaupunkisuunnittelun osa-alueena löytyy runsaasti suomalaista ja ulkomaalaista kirjallisuutta. Myös rakennussuunnittelun osalta löytyy muutama ulkomaalainen perusteos, mutta nämä keskittyvät pitkälti suuren palvelutason liikepysäköintilaitoksiin. Suomalaiseen asuntotuotantoon liittyvistä pysäköintiratkaisuihin ei ole tiedossa asuntototeuttajan suunnittelunohjauksen näkökulmasta kirjallisuutta. Pysäköinti vie huomattavan osan projektiohjauksen ajasta ennen kaikkea alkuvaiheen suunnittelussa. Tästä huolimatta varsinainen projektiosaaminen keskittyy pitkälti ydintoimintaan eli asuntojen kehittämiseen. Innovaatiot ja tehostamistoimet ovat kohdistuneet pitkälti asuntorakentamiseen ja pysäköintihallit on tehty sivussa. Asutuspysäköinnin toteuttaminen ansaitsisi siis suuremman huomionarvon projektiohjauksessa.



## **1.2. Tutkimuksen tavoite**

Tässä diplomityössä tutkitaan asuntorakentamisen yhteyteen tehtäviä pysäköintiratkaisuja. Asuntorakentamisesta käsitellään ainoastaan kerrostalorakentamista, koska pysäköintiratkaisujen haasteet koskevat tiivistä rakentamista. Työn tavoitteena on selvittää yleisimmät pysäköintiratkaisut ja tunnistaa niiden hyvät ja huonot puolet.

Kun hyvät ja huonot ratkaisut on tunnistettu, diplomityössä yritetään selvittää mitkä tekijät vaikuttavat hankekohtaiseen pysäköintiratkaisun valintaan. Vaikuttavia tekijöitä tutkitaan esimerkein avulla tarkemmin, jolloin voidaan ymmärtää syitä miksi tekijät vaikuttavat pysäköintiratkaisuun. Lisäksi tavoitteena on esittää ratkaisuja tunnistettuihin haasteisiin, eli selvittää kuinka pysäköintiratkaisuun vaikuttaviin tekijöihin voidaan vaikuttaa.

## **1.3. Työn rajaus**

Aiheeseen liittyy vahvasti autopaikkojen mitoitus ja niiden järjestämisvelvoite suuremmassa mittakaavassa, koska se asettaa lähtökohdan pysäköintiratkaisun tonttikohtaiseen ongelmaan. Rakennusvelvoitteen luo asemakaavoitus, jonka tavoitteena on taata autopaikkojen riittävyys tulevaisuudessa, mutta samalla luoda kestäviä yhdyskuntaratkaisuja, joihin liittyy ympäristön esteettisyys, elämisen ja liikkumisen käytännöllisyys ja energian kulutuksen minimointi. Nämä asiat lähtökohtana viime vuosina on tehty useita pysäköintiratkaisuselvityksiä ja –tutkimuksia. Niissä tutkimusongelmana on kuinka pysäköintipaikkojen riittävyys voidaan varmistaa asemakaavoituksessa, ja toisaalta miten se suhtautuu kestäväan kehityksen mukaiseen liikennejärjestelmään. Autopaikkavelvoitteen luominen ja pysäköintinormien mitoittaminen on kuitenkin liikennetekniikan ja yhdyskuntasuunnittelun puolta. Myös asuntorakennuttajat tekevät kehitystyötä niin sannon tujen ekokorttelien myötä, joissa autopaikkamitoitus on selvästi pienempi, ja asukkaiden autopaikkatarvetta ajatellaan normaalista poikkeavilla tavoilla, kuten yhteiskäyttöautoilla ja vuoropysäköinnillä. Diplomityössä ei oteta kantaa itsessään autopaikkamitoitukseen, eikä pysäköintiongelmaan laajassa, esimerkiksi kaupunginosamittakaavassa. Työ keskittyy yksittäisten tonttien autopaikoitusongelmaan. Tonteilla oletetaan sovellettavan kaupunkien normaalisti käyttämät autopaikkamitoitukset autopaikkojen määränä kerrosalaa tai asuntoa kohden.

Toinen aiheeseen liittyvä ongelma on autopaikkojen rakennuskustannusten kohdistaminen niiden käyttäjille ja toisaalta niiden vaikutus asuntorakentamiseen. Tähänkin liittyen on tehty viime vuosina selvityksiä, muun muassa Kyösti Oasmaan vetämä Helsingin kaupungin autopaikkatyöryhmä 2009 ja Jyväskylän kaupungin tilaama selvitys Kankaan alueen pysäköintivaihtoehtoista 2012. Myös autopaikkakustannusten muodostuminen ja niiden kohdistus rajataan diplomityön ulkopuolelle.

Diplomityön keskittyy vaiheeseen ennen rakennesuunnittelua. Työssä ei oteta niinkään kantaa detaljitason suunnitteluratkaisuihin vaan haetaan ennemmin oleelliset tekijät, jotka vaikuttavat pysäköintiratkaisun valintaan. Detaljitason suunnitteluratkaisuihin voidaan katsoa ratkaisuja, jotka tulevat esiin kaavoitusta ja hankesuunnittelua myöhemmässä vaiheessa ja ovat kohtuullisen helposti ratkaistavissa riippumatta valitusta pysäköintivaihtoehdosta.

## **1.4. Työn suoritus ja tutkimusmenetelmät**

Diplomityö on kirjallisuustutkimus, jossa lisäksi käytetään empiiristä aineistoa, joka sisältää 46 asukaspysäköinnin suunnitteluratkaisua pääkaupunkiseudulta. Kirjallisuustutkimusosio jakautuu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa luvussa 2 esitellään lähtökohtia pysäköinnin suunnitteluun. Tällöin käydään läpi autopaikkoihin liittyvät ohjeet ja määräykset ja asutuspysäköinnin suunnittelun peruserätykset. Tässä luvussa käydään myös lyhyesti läpi hallinnolliset mallit pysäköinnin järjestämiselle. Pääkirjallisuutena käytetään teoksia *Construction and Design Manual: Parking Structures* (Irmscher 2013.) ja *Parking Structures: Planning, Design, Construction, Maintenance & Repair* (Chrest et al. 2004). Suomen paikallisia ohjeita ja määräyksiä on koottu muun muassa RT-korteista ja rakentamismääräyskokoelmasta. Käsiteltäessä pysäköintivelvoitetta ja pysäköinnin hallinnollisia malleja lähteenä on käytetty myös maankäyttö- ja rakennuslakia.

Toinen kirjallisuustutkimusosio kappale 3 esittelee pysäköinnin rakenteelliset vaihtoehdot. Vaihtoehdot on koottu käyttämällä pääasiassa samaa kirjallisuutta kuin luvussa 2. Ryhmiteltäessä pysäköintivaihtoehtoja on myös tutustuttu olemassa oleviin asutoprojekteihin ja sitä kautta muodostettu pysäköintivaihtoehtoista mahdollisimman käyttökelpoinen jako tutkimus- ja johtopäätösosioita varten.

Tutkimusosa on kolmiosainen: Aluksi luvussa 4 tarkastellaan rakennushankkeen laajuuden vaikutusta pysäköintiratkaisuun. Tarkastelu on kohtalaisen teoreettinen, sillä lähtötietoina käytetään erilaisia tunnuslukuja, kuten rakennusoikeutta ja autopaikkojen kokoa ja määrää. Luvussa 5 tarkastellaan rakennusten massoittelemia. Luvun alkuosassa selvitetään pysäköintialueen ja asuinrakennuksen rakenteellisia yhteensopivuusongelmia ja loppuosassa rakennusten sijoittelua tontille ja sen vaikutusta pysäköintiratkaisuun. Kaiken kaikkiaan luku 5 käsittelee pysäköinnin horisontaalista asemointia. Luvussa 6 puolestaan selvitetään vertikaalisen asemoinnin vaikutusta pysäköintiratkaisuun. Myös tässä on tarkasteltava asuinrakennusta ja pysäköintialuetta yhtenä kokonaisuutena. Lopuksi lukuun 7 kootaan diplomityön keskeiset tulokset, ja luvussa 8 esitetään tuloksista johtopäätökset.



## 2. Lähtökohta pysäköinnin järjestämiselle

Luvussa 2 esitellään lähtökohdat pysäköinnin suunnitteluun. Alkuun luvussa 2.1. on esitelty pysäköinnin suunnittelun peruseriaatteen, joita käydään tarkemmin läpi asukaspysäköinnin näkökulmasta. Kappaleeseen 2.2. on koottu yleisiä ohjeita ja määräyksiä pysäköintisuunnitteluun Suomesta ja vertailuksi muualta maailmasta. Luvussa 2.3. esitellään rakennuspaikkakohtaisia kaavamääräyksiä, eli käydään muun muassa velvoiteautopaikan käsite ja taustat läpi. Velvoitepaikka –käsitteeseen liittyy myös vahvasti asukaspysäköinnin järjestämisen hallinnollinen malli, jolla varmistetaan velvoitepaikan toteutus ja pysyvyys. Luvussa 2.4 käydään nämä hallinnolliset mallit läpi. Lopuksi luvussa 2.5 selvitetään autopaikkojen toteuttamiskustannuksia ja mitkä tekijät niihin vaikuttavat.

### 2.1. Asukaspysäköinnin suunnittelun peruseriaatteen

Peruseriaatteen autopaikkojen suunnittelu on suorakulmaisten autopaikkojen sovitamista ajolinjoihin. Tämä voi kuulostaa yksinkertaiselta, mutta useat esimerkit näyttävät hyvän pysäköintiratkaisun suunnittelun tarvitsevan paljon suurempaa panostusta (Irmscher 2013). Suunnittelun lähtökohdaksi on otettava tavoite suunnitteluratkaisun tyydyttävän kaikki toiminnalliset vaatimukset määräysten ja kustannuspuutteen rajoissa. Toiminnallisuusvaatimuksia on pysäköinnin suunnittelussa lähtökohtaisesti vähemmän kuin esimerkiksi asuntosuunnittelussa. Tämä on osaltaan lisännyt autopaikkasuunnittelun huomiovajetta. Toiminnallisesti auton käytettävyys on suunnittelun keskiössä. Autoilijalle tärkeitä ominaisuuksia ovat tilava liikkumis- ja kääntymistila, pysäköintialueen visuaalisesti helppo hahmottaminen ja ramppien loivuus ja pito. Myös jalankulkijoiden turvallisuus on asia josta ei voi tinkiä. Yleisesti voidaan sanoa, että pysäköintilaitokset edustavat funktionaalista suunnittelukohdetta muiden liikenne rakenteiden, esimerkiksi teiden ja siltojen tapaan (Irmscher 2013). Funktionaalisuudella ei tarkoiteta tässä tapauksessa 1900-luvun alun arkkitehtuurista tyyliä, vaan suunnittelutapaa, jossa toiminnallisuus on suunnitteluratkaisuissa tavallista enemmän etusijalla suhteessa esimerkiksi esteettisyyteen. Funktionaalisuudesta johtuen yleisesti arkkitehdit ovat kohdanneet uniikin pysäköintiratkaisun haasteena täyttää toiminnalliset vaatimukset (Irmscher 2013). Näin ollen hyvän pysäköintiratkaisun suunnittelussa on välttämättä käytettävä jo hyväksi todettuja ratkaisuja, mutta samaan aikaan kustannuspaineiden takia suunnittelua täytyy katsoa uusin silmin tai siihen täytyy vähintäänkin panostaa enemmän.

Asukaspysäköinnin suunnittelu eroaa usealla tavalla muuhun toimintaan kytketyn pysäköinnin suunnittelusta. Pysäköintialueet ovat usein kooltaan niin sanottuja keskikokoisia, noin 50 auton alueita (Irmscher 2013). Asukaspysäköinnissä etäisyys asunnosta suositellaan olevan 50–100 metriä, kun työpaikka-alueella sama suositus on 200–400 metriä (Suomen rakennusinsinööriliitto 2006, s. 406). Maantasopysäköinnin suunnittelussa on huomioitava pihan liikennetoiminnon häiriön minimointi asumiselle. Rakenteellisen pysäköinnin erityishaasteena asukaspysäköinnissä on sen sijoittaminen pienille



tonteille ja liittyminen asuinrakennukseen. Pysäköintihallin sovittaminen rakennuksen rungon alle on haasteellisempaa asuinrakennuksessa kuin toimitilarakentamisessa. Toimitilarakennusten pilarirunko voidaan suunnitella helpommin pysäköintiruutujen mukaisesti, kun taas asuinrakennuksen asuntojen välisten kantavien väliseinien paikat suunnitellaan asuntojen ehdoilla. Tällöin kuormien ohjaaminen pysäköintiruutujen väliin on haasteellista. Asuinrakennuksissa myös runkosyvyys suunnitellaan asuntojen ehdoilla. Yleisin moduulimitta 17 metriä kaksisuuntaiselle ajoväylälle on useimmiten liian leveä nykyiselle asuntosuunnittelulle. Tätä runkosyvyyden rajoitusta ei ole toimitilarakennuksissa, jolloin koko pysäköintihalli voidaan sijoittaa rakennuksen rungon alle.

Liikennesuunnitteluun kuuluu niin sanottu palvelutasomitoitus<sup>1</sup>, joka luokittelee liikennealueen muun muassa välityskyvyn, liikennöitävyyden, tavoitettavuuden, luotettavuuden ja toimintavarmuuden mukaan (Ojala et al. 2007, s. 11). Pohjois-Amerikassa palvelutasomitoitusta käytetään myös pysäköintialueisiin. Palvelutason A mukaan voidaan esimerkiksi liikennealueet mitoittaa väljästi, suunnitella lyhyet kävelyetäisyydet, lisätä uloskäyntien määrää ja niin edelleen. Palvelutaso D edustaa vastakkaista suunnitteluratkaisutasoa. Eniten palvelutasoon vaikuttaa kuinka hyvin käyttäjä tuntee pysäköintialueen ja kuinka pysäköintialueen käyttöaste jakautuu. Tämän mukaisesti esimerkiksi kauppakeskusten yhteydessä olevat pysäköintialueet mitoitetaan väljyyden ja alueen visuaalisen hahmottamisen mukaan palvelutasoltaan luokkaan A. Samalla pysäköintialueella voidaan käyttää useaa eri palvelutasomitoitusta: Esimerkiksi ydinkeskustoissa, joissa tila pysäköintialueelle on kallista, ja käyttäjä on tyytyväinen löydettyään ahtaankin paikan, mutta arvostavan tällöin erityisesti turvallisuutta, voidaan pysäköintialue mitoittaa turvallisuusominaisuuksiltaan palvelutasoon A, ja muilta suunnitteluratkaisuiltaan luokkaan D. Joskus suunnitteluratkaisut ovat kompromissien hakemista: Esimerkiksi nostamalla pysäköintihallin ajokorkeuden palvelutasoa suurentamalla kerrokorkeutta voidaan samalla heikentää toista palvelutasoa ramppien jyrkkyyksien kasvaessa. (Chrest et al. 2004)

Suomessa palvelutasomitoitus pysäköintisuunnittelussa näkyy ainoastaan RT-kortiston lyhytaikaisen pysäköinnin pysäköintiruudun suositusmittana 2,7 m, joka 0,2 m enemmän kuin normaalin mitoituksen mukainen ruudun leveys. Myös Isossa-Britanniassa palvelutasojattelua sovelletaan pysäköintiruudun leveyteen: Lyhytaikaisen pysäköinnin pysäköintipaikan suositusleveys on 2,5 m, pitkäaikaisen 2,3 m, sekä molempiin käyttötarkoituksiin mitoitettu 2,4 m (The Institution of Structural Engineers 2002, s. 34).

## **2.2. Yleiset ohjeet ja määräykset**

Suomessa rakentamiselle velvoittavia määräyksiä asettaa Maankäyttö- ja rakennuslaki, Maankäyttö- ja rakennusasetus sekä Rakentamismääräyskokoelma. Pysäköintiratkaisun suunnitteluvaiheeseen vaikuttavat Rakentamismääräyskokoelman velvoittavat kohdat.

---

<sup>1</sup> Engl.: Level Of Service, LOS

Tärkeimpiä pysäköinnin suunnitteluun vaikuttavia kokoelman osia ovat B2 *Kantavat rakenteet* (2007), B3 *Pohjarakenteet* (2004), B4 *Betonirakenteet* (2009), D2 *Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto* (2012), E1 *Rakennusten paloturvallisuus* (2011), E4 *Autosuojien paloturvallisuus* (2005), F1 *Esteetön rakennus* (2005) ja G1 *Asuntosuunnittelu* (2005). Kuten edellä mainittu, pysäköintiin ei kohdistu yhtä paljon vaatimuksia kuin esimerkiksi asumistilaan. Normaalien rakenneteknisten vaatimusten lisäksi merkittävimpinä pysäköintialueen suunnitteluun vaikuttavina määräyksinä voidaan nostaa savunpoistoon, poistoilmanvaihtoon ja paloteknisiin osastointeihin liittyvät määräysten osat.

Rakentamismääräyskokoelman lisäksi kunnan rakennusjärjestys asettaa velvoittavia määräyksiä rakentamiselle. Maankäyttö- ja rakennuslain (14 §) mukaan jokaisella kunnalla on oltava rakennusjärjestys, mutta sitä ei sovelleta, jos lainvoimaisessa asemakaavassa, yleiskaavassa tai rakentamismääräyskokoelmassa on toisin määrätty. Pääkaupunkiseudun kunnista Espoon ja Kauniaisten rakennusjärjestyksissä on muutama asukas-pysäköintiä koskeva asia. Espoossa ja Kauniaisissa omalla tontilla on oltava tarpeeksi tilaa auton kääntämiselle, siten ettei kadulle tarvitse peruuttaa. Tämän on myös kritisoitu johtavan tonttien tehottomaan maankäyttöön ja katutilan turhaan levenemiseen (Reihe ja Kallio 2004, s. 57). Lisäksi Espoossa ja Kauniaisissa määrätään liikuntaesteisten autopaikkamääräksi yksi autopaikka kolmeakymmentä autopaikkaa kohden, kun taas rakentamismääräyskokoelma ei ota kantaa niiden lukumäärään.

Velvoittavien määräysten lisäksi rakentamista ohjaa niin sanottu hyvä rakennustapa, jonka mukaisia ohjeita on koottu muun muassa Rakennustieto Oy:n julkaisemiin RT-kortteihin. Pysäköintipaikkojen tonttikohtainen suunnittelu lähtee autopaikan ja siihen liittyvien liikennealueiden vaatiman tilan sovittamisesta rakennuspaikalle. Pysäköintiruutujen ja liikennealueiden vaatimien tilojen mitoitus varten on olemassa 3 eri RT-korttia: RT 98–10986 *Pysäköintialueet* (2010), RT 98–10987 *Pysäköintilaitokset* (2010) ja RT 98–10988 *Autosuojat* (2010). Kortit sisältävät suositeltujen tilamitoitusten lisäksi suppeasti erilaisia rakennevaihtoehtoja ja suunnittelussa huomioitavia asioita.

RT-kortiston mukaan keskeisimmät suositukset mitoitusperusteiksi ovat seuraavat:

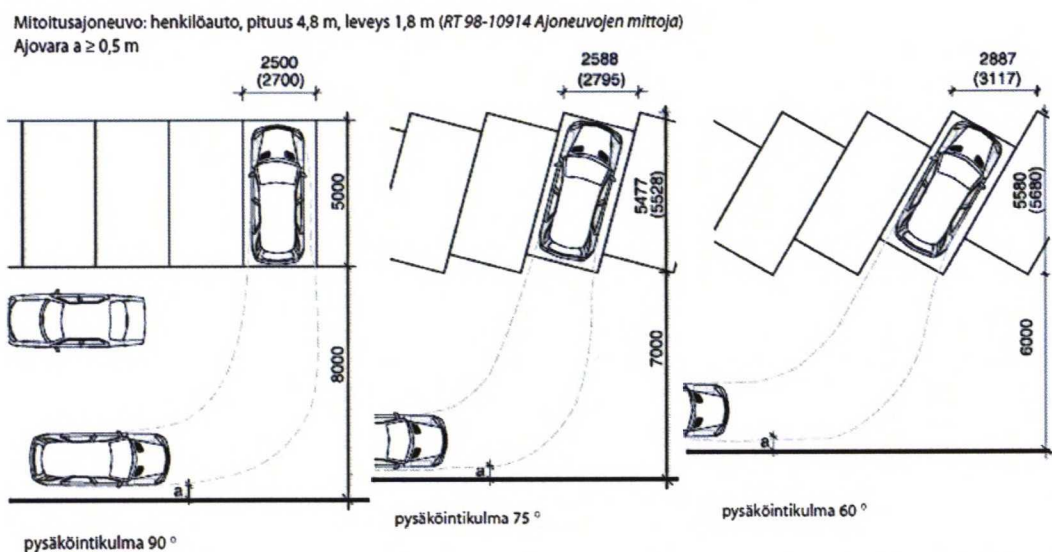
- Autopaikan pituus 5,0 m
- Autopaikan leveys 2,5 m
  - Seinään tai kiinteään esteeseen rajoittuvan paikan leveys  $\geq 2,8$  m
- Lyhytaikainen pysäköinti, jossa tarve tavarankäsittelyyn, leveys 2,7 m
  - Seinään tai kiinteään esteeseen rajoittuvan paikan leveys 3,0 m
- Liikkumisesteisille varatun paikan leveys 3,6 m
- Yksisuuntaisen ajoväylän leveys 3,0 m
- Kaksisuuntaisen ajoväylän leveys 8,0 m
- Ajovara 0,5 m (mm. pilarien etäisyys ajoväylästä)



- Ajoväylän korkeus  $\geq 2,5$  m

On erikseen todettava, että rakentamismääräyskokoelma ei ota kantaa edeltäviin autopaikkojen mitoituksiin, ainoastaan liikkumisesteisten autopaikan 3,6 metrin leveys mainitaan ohjeellisena. Näin ollen kapeampaa mitoitusta käyttämällä ei varsinaisesti rikota määräyksiä, mutta RT-kortista poikkeaminen on hyvä ilmoittaa esimerkiksi uudisasuntokohteen myyntimateriaalissa.

Mitoituksen lähtökohtana on kaksisuuntainen ajoväylä, jonka molemmin puolin on 5 metriä pitkät pysäköintiruudut 90 asteen kulmassa. Ajoväylän leveyden suositus on tällöin 8 metriä, jolloin ajoneuvo mahtuu kääntymään ruutuun. Yleisesti kuitenkin käytetään vielä edellisten RT-korttien (Rakennustieto 1993, 1994) 7 metrin käytävämitoitusta. Näin ollen pysäköintialueen yleisin kokonaisleveys perustuu 17 metrin kerrannaiseen moduulimitoitukseen. Vaihtoehtona on myös pienentää pysäköintikulmaa, jolloin myös ajoväylää voidaan kaventaa pienemmän kääntymiskulman johdosta. Tällöin kuitenkin ajoväylä on yksisuuntainen, ja pysäköintialue vaatii toisen sisäänkäynnin tai muutama paikka menetetään avattaessa pysäköintialue ympäriajolle. Kuvassa 1 on RT-kortin ajoväylän mitoitus pysäköintikulman funktiona. (Rakennustieto 2010b)

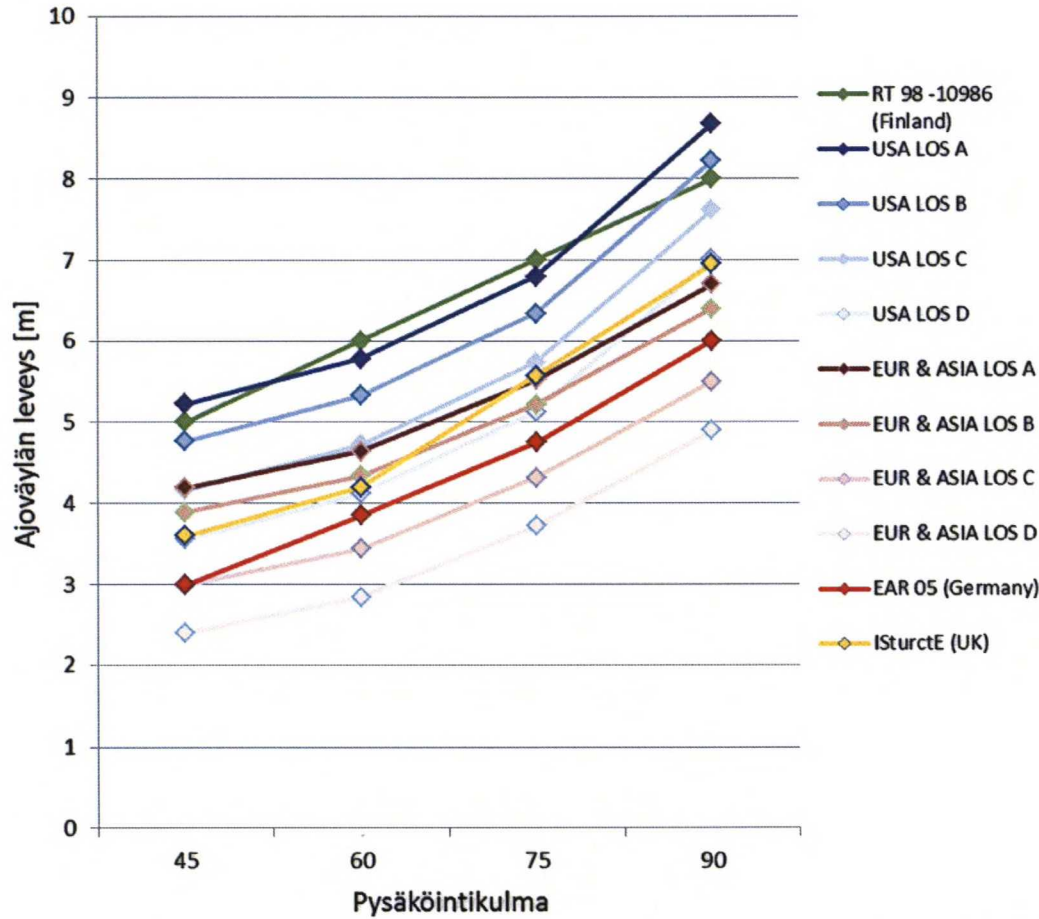


Kuva 1: RT-kortin pysäköintiruudun ja ajoväylän mitoitus eri pysäköintikulmilla. Suluissa olevat luvut ovat kiinteään esteeseen, esimerkiksi seinään rajoittuvan autopaikan mitoitus.

Pysäköintikulman ja ajoväylän leveyden lisäksi myös pysäköintiruudun leveydellä on vaikutusta mitoitukseen. Pysäköintiruudun leventäminen vastaa mitoituksessa ajokäytävän leventämistä, mutta on Chrestin (2004) mukaan vaikutukseltaan tehokkaampi. Pohjoisamerikkalaisessa mitoituksessa yhden mittayksikön pysäköintiruudun leventämisellä saavutetaan sama palvelutaso kuin ajokäytävän kolmen mittayksikön leventämisellä. (Chrest et al. 2004)



Kuvaan 2 on koottu erilaisia pysäköintikäytävän mitoituksia pysäköintikulman funktiona. Palvelutason mukaan riippuvissa mitoituksissa myös pysäköintipaikan leveys muuttuu palvelutason muuttuessa. Suomalaista 2,5 metrin pysäköintiruudun leveyttä käytetään USA:n palvelutaso D:ssä, saksalaisessa EAR 05 –mitoituksessa, ja se sattuu EUR & ASIA palvelutasojen B ja C väliin. Kuvassa 2 kaikki mitoituskäyrät on kuitenkin muutettu vastaamaan Suomen 2,5 metrin mitoitusta muuttamalla käytävän leveyttä edellä mainitulla 3:1 -suhteella. Taulukosta voidaan päätellä, että Suomessa 90 asteen pysäköintiruutujen mitoitus vastaa Yhdysvaltalaisista LOS B – LOS C -luokkaa, mutta on huomattavasti eurooppalaista ja aasialaista mitoitusta väljempää. Vinopysäköinnissä myös Yhdysvalloissa käytetään tiukempaa mitoitusta. Edellisten RT-korttien (Rakennustieto 1993, 1994) mitoitusta ei ole lisätty taulukkoon, mutta se on lähellä EUR & ASIA palvelutaso A:n mitoitusta.



Kuva 2: Pysäköintikäytävän leveys pysäköintikulman funktiona eri maiden mitoituksessa. USA:n ja EUR & ASIAN tiedot on koottu Chrestin (2004) kirjasta, saksalainen EAR 05 -mitoitus Irmscherin (2013) kirjasta, Iso-Britannian mitoitus Institution of Structural Engineersin julkaisemasta (2002) kirjasta ja suomalainen mitoitus RT-kortista.

Edellä esiteltyjen lisäksi yksi merkittävä pysäköintialueisiin liittyvä mitoitus on tasoerojen kattamiseksi käytettävät rampit. Ramppien suunnittelussa on otettava huomioon nii-

den liukkaudentorjunta, näkymäalue ja taiteloivennukset. Ramppien kaltevuus vaikuttaa niiden pituuteen ja sitä kautta tilatehokkuuteen. RT-kortin suosituskaltevuus on ulkona olevalle rampille 1:12 ja sisällä 1:10. Saksassa vastaavat kaltevuudet ovat 1:10 ja 1:6,6 (Irmischer 2013, s. 244) ja Yhdysvalloissa palvelutaso A:lle 1:12,5 ja palvelutaso D:lle 1:6,2 (Chrest et al. 2004, s. 50). Näin ollen myös ramppien kaltevuusmitoitus on Suomessa lähellä Yhdysvaltojen parasta tasoa, mutta saksalaista mitoitusta väljempää.

## **2.3. Rakennuspaikkakohtaiset asemakaavamääräykset**

### **2.3.1. Autopaikkojen järjestämisvelvoite ja pysäköintinormi**

Autopaikkojen kortteli- tai tonttikohtaiset määrät säättää kunta asemakaavan avulla. Tämä perustuu maankäyttö- ja rakennuslain (5.2.1999/132.) 156 §:ään, jossa veloitetaan rakentamisen yhteydessä järjestämään asemakaavassa määrätyt autopaikat. Rakennettavan kerrosalan ja asemakaavamääräyksen mukaisesti laskettavaa autopaikkamäärää sanotaan velvoiteautopaikoiksi (Kaikkonen 2012, s. 4). Käytännössä rakennushankkeeseen ryhtyvä ilmoittaa rakennusluvassa kuinka se järjestää velvoiteautopaikat. Lainsäädäntö ei siis ota kantaa autopaikkojen määrään tai niiden toteutustapaan, vaan antaa kunnille asemakaavan kautta mahdollisuuden velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvää järjestämään autopaikat kiinteistön käyttöön.

Vaikka autopaikat ovat kalliita rakentaa, ja kaupunki eittämättä haluaa edistää vähäautoisempaa yhdyskuntarakennetta, nähdään autopaikkojen riittämättömyys ongelmana, josta seuraa hallitsematonta kadunvarsipysäköintiä. Lähtökohtaisesti pysäköintinormien tarkoituksena ei ole pidetty autonomistuksen tai henkilöautoliikenteen ohjausta, vaan yksinkertaisesti taata yhdyskuntarakenteessa tarvittava määrä autopaikkoja. Vielä 1990-luvulla korostettiin henkilöautotiheyden kasvua ja sitä kautta autopaikkojen ylittämättä (Rakentajain kalenteri 1994, s. 309). Nykyään kuitenkin haetaan herkemmin uusia malleja pysäköinnin mitoittamiseen ja sitä kautta autopaikkojen vähentämiseen. (Reihe ja Kallio 2004, s. 13.)

Maankäyttö- ja rakennuslain 156 § antaa kunnille myös mahdollisuuden osoittaa velvoitepaikat kiinteistön käyttöön kohtuulliselta etäisyydeltä ja periä tästä korvaus kunnan maksuperusteiden mukaisesti. Tästä menettelystä käytetään nimitystä vapaaksiosto (Kaikkonen 2012, s. 4). Ostamalla autopaikkavelvoitteen vapaaksi, kiinteistö ei kuitenkaan välttämättä saa oikeutta mihinkään tiettyyn autopaikkaan. Joissain kunnissa kiinteistöille on kerrytetty vuosikymmeniä ”velvoitepaikkavelkaa”, jotka myöhemmin yleisen pysäköintilaitoksen rakentuessa lankeavat kiinteistön maksettavaksi ilman että ne saavat yksinoikeutta autopaikkoihin (Uusi Lahti 24.4.2013). Vapaaksiostosta on kuitenkin erilaisia käytäntöjä, ja sitä ei saa sekoittaa myöhemmin läpi käytävään kiinteistön ulkopuolella rasitejärjestelmällä toteutettaviin autopaikkoihin.



Autopaikkannormia määritettäessä Suomessa kunnilla ei ole yhtenäistä mitoitusmenetelmää, vaan kunnilla on omat ohjeensa käytetyistä normeista (Reihe ja Kallio 2004, s. 15–21). Suunnittelu lähtee yleiskaavatasolta, josta nähdään alueen maankäyttötarkoitus ja joukkoliikenteen vaikutus. Nämä molemmat vaikuttavat tarvittaviin autopaikkoihin. Asuinalueilla ja työpaikka-alueilla on omat tarpeensa autopaikkamäärille. Joukkoliikenteen hyvällä tavoitettavuusalueella autopaikkojen tarve on vähäisempi. Nämä lähtökohdat huomioon ottaen pysäköintinormin laskentamalli perustuu pitkälti asumisväljyyteen ja henkilöautotiheyteen. Kunta päättää lopullisen autopaikkamäärän asemakaavassa, ja kunnan rakennusvalvonta katsoo rakennuslupaa myöntäessä sen toteutuksesta.

Asemakaavassa ilmoitettu niin sanottu pysäköintinormi määrää joko vähimmäis- tai enimmäismäärän rakennettavia autopaikkoja joko kerrosalaa tai asuntoa kohden (Wallin ja Toiskallio 2009, s. 20). Normi voidaan myös kohdistaa molempiin, kerrosalaan ja asuntoihin, jolloin tiukempi näistä on velvoittava. Useimmiten autopaikkannormi määrää vähimmäismäärän rakennettavia autopaikkoja: esimerkiksi vähintään 1 autopaikka / 100 kerros-m<sup>2</sup> tai 0,8 autopaikka / asunto. Eri toiminnoille – esimerkiksi asunnoille, liiketiloille ja myymälätiloille – voi olla samassa korttelissa eri pysäköintinormit. Toimitila-alueella normi voi määrätä myös enimmäismäärän rakennettavia autopaikkoja.

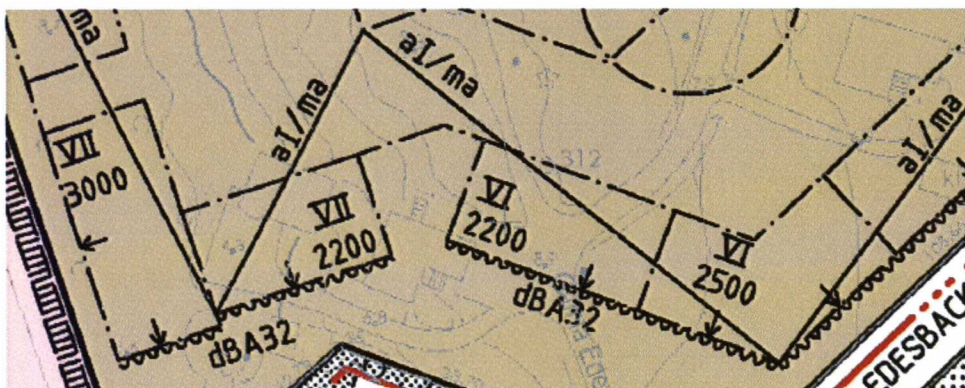
Asuntokohtaisen pysäköintinormin on kritisoitu aiheuttavan oletettua suurempia autopaikkamääriä asuntokeskipinta-alan jäädessä alle oletetun (Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta 2012, s. 7). Asuntokohtaisella pysäköintinormilla on myös muuta vaikutusta: Jos velvoitepaikkojen määrä riippuu ainoastaan kerrosalasta, eli rakennusoikeudesta, tiedetään tarvittava autopaikkamäärä jo asemakaavan ollessa lainvoimainen. Jos velvoitepaikkojen määrä riippuu myös asuntomäärästä, vahvistuu niiden määrä vasta rakennuslupavaiheessa kun tiedetään rakennettavien asuntojen määrä. Sinänsä asuntokohtaisen normin käyttö on perusteltua, käyttäähän autopaikkoja juuri asunnot eivätkä asuntoneliöt. Kuitenkin ainoastaan kerrosalasta riippuva normi mahdollistaa pysäköintisuunnitelman lukitsemisen jo heti suunnittelun alkuvaiheessa. Asuntokohtainen normi voi heikentää asuntosuunnittelun optimointia, joustavuutta ja muunneltavuutta suunnitelmien vaikuttaessa myös autopaikkamäärään.

Asemakaavassa saatetaan myös määrätä vieraspaikkojen rakentaminen samanlaisella pysäköintinormilla kuin toimintakohtainen normi (Ympäristöministeriö 2003, s. 154). Vieraspaikkojen tarkoituksena on jäädä yhtiön hallintaan, eikä niitä myydä tai osoiteta erikseen kenenkään käyttöön. Lainsäädäntö ei kuitenkaan tunne vieraspysäköintiä. Jokainen kiinteistö itse määrittää vieraspysäköintikäytäntönsä, asunto-osakeyhtiö yhtiöjärjestyksessään. Yleinen vieraspaikkannormi on 1 autopaikka / 1000 kerros-m<sup>2</sup>.

### 2.3.2. Rakennusala autopaikoille asemakaavassa

Pysäköintinormin lisäksi asemakaavassa saatetaan antaa autopaikkojen sijoittamiseen liittyviä määräyksiä. Ympäristöministeriön ohjeen mukaan (2003, s. 155) korttelikohtaisen rakennusoikeuden ollessa alle puolet korttelin pinta-alasta, ei asemakaavassa ole yleensä tarpeen osoittaa paikkaa pysäköinnin järjestämiselle. Tämä tarkoittaa käytännössä omakotitalo- ja rivitalorakentamista. Tällöin velvoitepaikkojen sijoittaminen ratkaistaan rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Samaisen ohjeen mukaan mitä korkeimmalla rakennustehokkuudella kortteli rakennetaan, sitä yksityiskohtaisempia määräyksiä pysäköintialueista ja -laitoksista on yleensä tarpeen antaa.

Asemakaavassa osoitetaan katkoviivalla rakennusalojen paikat, joiden käyttötarkoitusta voivat määrittää erilaiset kirjainyhdistelmät. Tällä tavalla asemakaavassa esitetään myös pysäköinnille tarkoitettu maanpäällinen tai maanalainen rakennusala tai paikka rakennusten ulkopuolelta (kuva 3). Pysäköintialassa voi olla myös lisämääränä kerrosten – myös maanalaisen kerrosten – lukumäärä, tontille järjestettävien autopaikkojen % -osuus, maanalaisesti järjestettävien autopaikkojen % -osuus, tai maanalaisen rakennusalan % -osuus tontista. Kaavaselostuksessa – joka on yhtä velvoittava kaavakartan kanssa – ilmoitetaan onko edellä mainitut autopaikkoja koskevat määritelmät velvoittavia, ohjeellisia vai vapaaehtoisia. (Ympäristöministeriö 2003, s. 153–158.)



Kuva 3: Asemakaava, jossa merkinnällä aI/ma on osoitettu yksi päällekkäinen rakennuksen tai pihakannen alapuolinen pysäköintitila.

Helsingin kaupungin autopaikkatyöryhmä (2009) on listannut esimerkkilistauksen asemakaavan selostusosan autopaikkoja koskevista määräyksistä:

- Autopaikat on toteutettava asuntotontin tietylle alueelle
- Autopaikat on toteutettava asuntotontin pihakannen ja/tai rakennuksen rungon alle
- Autopaikat on toteutettava erilliselle autopaikkatontille
- Autopaikat on toteutettava asuntotontin ulkopuolella olevaan pysäköintilaitokseen tai pysäköintiluolaan



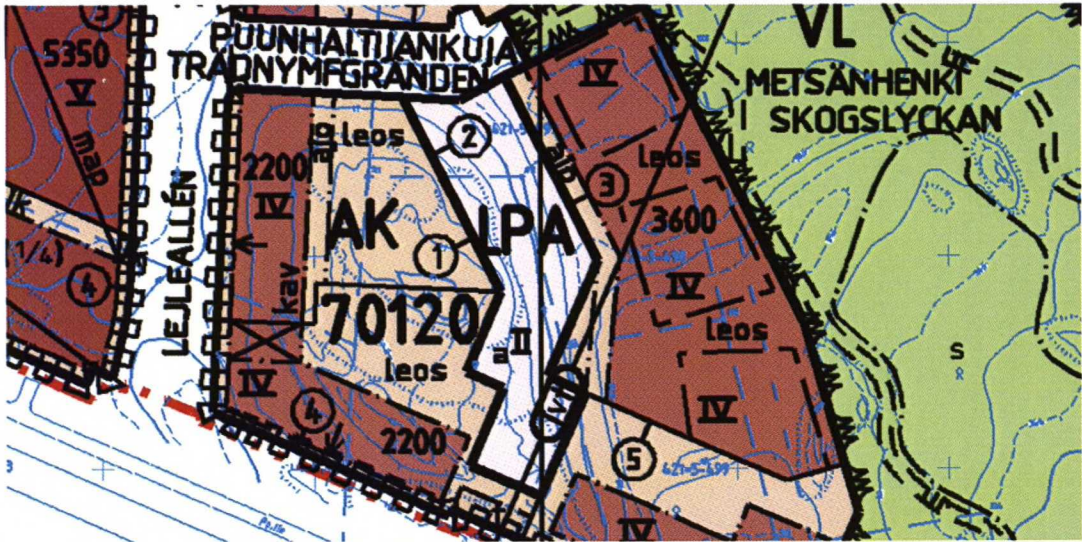
Maanalaisista kaavamääräyksistä puhuttaessa on hyvä tehdä ero varsinaiseen maanalaiseen asemaakaavaan. Maankäyttö- ja rakennuslaki § 56 määrittelee asemakaavan maanalaisia tiloja varten. Tällöin asemakaava osoittaa ainoastaan maanalaisten eri tasojen rakentamisen. Tämä on tarpeen laatia esimerkiksi suurten maanalaisen kokonaisuuksien rakentamisen ohjaamista varten. Tällaisia ovat esimerkiksi suuret liikenneyhteydet ja pysäköintialueet. (Ympäristöministeriö 2003, s. 91–92)

Kun maanpäällisessä asemakaavassa osoitetaan maanalainen pysäköintialue, liittyy siihen usein myös muita määräyksiä. Maanalaiseen pysäköintiin johtava ajoyhteys saateetaan osoittaa kaavassa. Vastaavasti kaavassa voi olla merkintä tontin rajalle, josta ei saa järjestää liittymää kadulle. Nämä ovat oleellisia määräyksiä hankkeen toteuttajan kannalta, koska maanalaisen autohallin ajoluiskat ja niiden sijainti ovat yksi suurimmista kustannustekijöistä maanalaisessa rakentamisessa. Yleistä on myös varmistaa asemakaavamääräyksellä autohallin poistoilman johtaminen vieressä olevan rakennuksen ylimmän korkeusaseman yläpuolelle, vaikka rakentamismääräyskokoelmasta (D2 2012, s. 12–14) löytyy autohallin jäteilmalaitteen minimietäisyydet ikkunoihin ja muihin mää räviin kohtiin.

Autopaikkojen maanalaiseen sijoittamiseen on vahvat kaupunkikuvalliset syyt: Autojen saanti pois maanpäältä nähdään esteettisesti nykyaikaisena ratkaisuna. Autopaikkojen asettaminen maan alle on nykyisin autopaikkainormein myös helpoin ratkaisu parantaa tonttitehokkuutta, eli rakennusoikeuden suhdetta tontin pinta-alaan. Kaupungistuminen ja sitä kautta tiiviimpi kaavoittaminen on näin ollen lisännyt maanalaisen pysäköinnin kaavoittamista. Kolmantena syynä maanalaisen pysäköinnin kasvamiseen on yhteiskunnan halu nostaa asumisen laatua normiston kautta. Kunnille asemakaavoitus on antanut mahdollisuuden tarjota asukkaille tonttikohtaisia sisäautopaikkoja, jotka nähdään laadukkaana pysäköintivaihtoehtona.

### **2.3.3. Autopaikkojen korttelialue**

Asemakaavassa voidaan myös osoittaa kortteli tai korttelinosa autopaikkojen korttelialueeksi LPA-merkinnällä (kuva 4). Tämän ratkaisun tarkoituksena on autopaikkojen keskitetty toteutus usean tontin kesken. Luvussa 2.4.2 käsitellään rasitteita ja yhteisjärjestelyjä, joilla varmistetaan tontin ulkopuolella olevien velvoitepaikkojen toteutettavuus ja pysyvyys kiinteistön käytössä. Edellä todettiin, että asemakaavamääräyksissä voi olla määräys, jonka mukaan ainoastaan tietty osa autopaikoista saa sijoittaa omalle tontille. Ympäristöministeriön ohjeen (2003, s. 156) mukaan tällöin asemakaavassa on myös oltava merkintä mihin LPA-alueelle autopaikat on järjestettävä, ja jos autopaikat järjestetään usealla LPA-alueella, on merkittävä autopaikkamäärät eri alueille. Ohjeistus toimii myös toiseen suuntaan: LPA-alueille on merkittävä minkä korttelin autopaikoille alue on varattu. Jos asemakaavassa ei voida osoittaa LPA-alueita, voidaan siinä ohjeen mukaan myös määrätä autopaikkojen enimmäisetäisyys rakennuskorttelista.



Kuva 4: LPA-korttelialue, jossa merkinnällä a<sup>II</sup> on osoitettu autonsäilytyspaikka korkeintaan kaksitasoisena.

## 2.4. Vaihtoehtoisia tapoja täyttää pysäköintivelvoite

Voidaan ajatella, että keskeisintä on autopaikkojen riittävyys, ei niiden järjestämismalli. Vaikka asemakaavassa voi olla hyvinkin tarkasti määrätty pysäköinnin toteutustapa, on rakennushankkeeseen ryhtyvällä usein mahdollisuus valita pysäköinnin järjestämisen hallinnollinen malli. Hallinnolliset mallit liittyvät ennen kaikkea velvoitepaikka – käsitteen ymmärtämiseen. Seuraavassa oletetaan velvoitepaikkakiinteistön omistajaksi aina asunto-osakeyhtiö, joka on perustettu omistamaan ja hallinnoimaan kyseessä olevaa kiinteistöä.

Hallinnollista mallia valittaessa on erityisesti kiinnitettävä huomio autopaikkoja koskevan kaavamääräyksen pysyvään toteutumiseen koko kiinteistön käyttöajan aikana. Tämä tarkoittaa, että on varmistettava kiinteistön käyttäjien oikeus autopaikkaan tilanteessa, jossa ne sijaitsevat kiinteistön ulkopuolella tai niiden hallinta on myyty kiinteistön ulkopuolelle.

Autopaikkojen hallinnollista toteuttamista voidaan ajatella kahdella eri ulottuvuudella, autopaikkojen sijainnilla ja omistussuhteella. Autopaikkojen sijainti voi olla asunto-osakeyhtiön omalla tontilla, määräosan omistamalla tontilla, tai kokonaan toisen asunto-osakeyhtiön tai kiinteistöyhtiön omistamalla tontilla. Toisaalta autopaikat voivat osittain edellä mainituista vaihtoehdoista riippumatta olla suoraan asunto-osakeyhtiön omassa omistuksessa, tai toisen kiinteistöyhtiön omistuksessa. Sijainnista ja omistusmallista riippuen autopaikkojen toteuttamiseen ja hallinnointiin käytetään rasitteita, yhteisjärjestelysopimuksia, hallinnanjakosopimuksia ja käyttöoikeussopimuksia. Toteutusmalliin vaikuttaa erityisesti mahdolliset samaan aluekokonaisuuteen kuuluvat naapuriyhtiöt,



joiden kesken voidaan toteuttaa yhteistyössä autopaikkoja, piha-alueita, väestönsuojia ja varastotiloja.

#### **2.4.1. Autopaikat asunto-osakeyhtiön omistuksessa omalla tontilla**

Yleisin hallinnollinen tapa toteuttaa autopaikat on sijoittaa ne omalle tontille asunto-osakeyhtiön omistukseen. Yleensä rakennuttaja osakkeistaa autopaikat asuntojen tavoin ja myy näin syntyneet osakkeet, jotka oikeuttavat hallitsemaan autopaikkoja. Tällä tavoin rakennuttajalla on mahdollisuus saada autopaikkojen rakennuskustannuksista osa takaisin suoraan autopaikan omistajilta.

Autopaikkojen osakkeet voivat olla asuntojen kanssa samassa osakeryhmässä. Yhtiöjärjestyksessä yksilöidään mitkä osakkeet oikeuttavat hallitsemaan mitäkin autopaikkaa. Lisäksi yhtiöjärjestyksessä on määriteltävä hoitovastikkeiden määräytymisperusteet ja kirjattava niin sanottu lunastuslauseke, jonka mukaan kiinteistön käyttäjillä on oikeus lunastaa autopaikka itselleen, jos niiden hallinta on myyty asunto-osakeyhtiön ulkopuolelle, ja niitä ei ole muutoin vapaana.

Jos autopaikkoja ei osakkeisteta, asunto-osakeyhtiö voi itse päättää yhtiöjärjestyksessä niiden käytöstä. Käytännössä näin voidaan tehdä maantasopaikoituksen kanssa, koska niiden rakentaminen ei rasita hankkeen taloutta kohtuuttomasti. Tällä tavoin toteutetaan myös yhtiön hallintaan jäävät vieraspaikat. Autopaikkojen rakentaminen yhtiön nimiin on helpoin ratkaisu yksittäisissä kohteissa, joihin ei liity samassa korttelissa muuta rakentamista. Tämä luonnollisesti edellyttää omalle tontille rakennettavien autopaikkojen sallivaa asemakaavaa.

#### **2.4.2. Rasitteet ja yhteisjärjestelysopimukset**

Kiinteistön velvoitepaikat voivat sijaita myös oman tontin ulkopuolella, esimerkiksi luvussa 2.3.3 käsitellyllä LPA-alueella. Tilanteeseen päädytään jos autopaikat eivät mahdu tontille, tai asemakaavassa on määritetty tontin ulkopuolinen pysäköinti. Tällöin velvoitepaikkojen toteuttamismahdollisuus ja pysyvyys kiinteistön käyttäjien käytössä varmistetaan rasittein tai yhteisjärjestelysopimuksin.

Rasite on pysyvä tai määräaikainen toisen kiinteistön hyväksi muodostettu käyttöoikeus toisen kiinteistön alueella. Rasitteen tarkoituksena on edistää toisen kiinteistön tarkoituksenmukaista käyttöä kuitenkin niin, että rasitetulle kiinteistölle ei aiheudu kohtuutonta haittaa. Kiinteistönmuodostuslaki 154–167 § käsittelee niin sanottuja kiinteistörasitteita ja Maankäyttö- ja rakennuslaki 158–159 § rakennusrasitteita. Kiinteistörasite kohdistuu kiinteistöalaa ja rakennusrasite rakennukseen. Maankäyttö- ja rakennusasetus 80 §:ssä on tyhjentävä listaus rakennusrasitteiden käyttötarkoituksista, joista kohta 4) käytörasite koskee autopaikkoja:

MRA § 80: Tonttia tai rakennuspaikkana olevaa kiinteistöä varten voidaan perustaa maankäyttö- ja rakennuslain 158 tai 159 §:ssä tarkoitettuna rakennusrasitteena toista kiinteistöä pysyvästi tai määräajan rasittava oikeus:

...

4) käyttää rasetulla kiinteistöllä sijaitsevassa rakennuksessa olevaa kulkuväylää, väestönsuojaa ja autopaikkaa (käyttörasite)

Jos kunta on asemakaavassa tarkoittanut autopaikat järjestettäväksi LPA-alueella, rasite voidaan maankäyttö- ja rakennuslain 159 § mukaisesti asemakaavassa määrätä perustettavaksi. Muista kuin asemakaavan toteuttamisen edellyttämistä rasitteista käsitellään 158 §:ssä. Rasitteesta tehdään osapuolten välinen sopimus, ja se kirjataan maankäyttö- ja rakennusasetuksen (10.9.1999/895) 81 §:n mukaisesti kiinteistörekisteriin, jonka jälkeen viranomainen vahvistaa sen. Kirjauksen tarkoituksena on varmistaa rasitteen kohdistuminen ennen kaikkea kiinteistöön, ja siten olla riippumaton kiinteistöjen omistajavaihdoksista.

Maankäyttö- ja rakennuslain 164 § antaa mahdollisuuden sopia usean kiinteistön kesken asemakaavan toteutumisesta yhteisjärjestelysopimuksella. Myös yhteisjärjestelysopimus voidaan rasitteen tavoin asemakaavassa määrätä perustettavaksi. Yhteisjärjestely on rasitteen tavoin kirjattava sopimus, ja rasitteen tavoin sen käyttötarkoituksena on edistää asemakaavan toteutumista, eikä se saa aiheuttaa millekään kiinteistölle kohtuutonta haittaa. Yhteisjärjestelysopimus on eräissä tapauksissa vaihtoehtoinen rakennusrasitteelle. Parhaiten se soveltuu tilanteeseen, jossa sopijapuolena on useita kiinteistöjä, ja yhdellä yhteisjärjestelysopimuksella voidaan korvata useita rasitesopimuksia.

Rasite- tai yhteisjärjestelysopimus turvaa näin ollen kiinteistön oikeuden velvoitepaikkoihin kiinteistön ulkopuolella. Usein ulkopuolinen kiinteistö on kokonaan ulkopuolisen tahon, yleensä erillisen pysäköintiyhtiön tai viereisen taloyhtiön omistuksessa. Autopaikkoihin oikeutetut kiinteistöt voivat olla myös itse suoraan omistajina rasetulle kiinteistölle. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi jos velvoitepaikkaoikeuksien asunto-osakeyhtiöt omistavat myös rasetun kiinteistön autopaikkamäärien mukaisin määräosin, tai jos autopaikat sijaitsevat kiinteistönrajoja noudattamatta osittain keskellä useaa kiinteistöä. Myös nämä tilanteet vaativat kirjattua sopimusta varmistaakseen kiinteistöjen oikeudet velvoitepaikkoihin myös mahdollisten kiinteistöomistusmuutosten jälkeen.

Oleellista on siis ymmärtää, että kiinteistö ja kiinteistöosakeyhtiö sen omistajana eivät ole sama asia. Vaikka velvoitepaikat olisivat sen omistavan kiinteistöyhtiön omistuksessa, täytyy säilyä varmuus, että velvoitepaikat säilyvät kiinteistön käytössä vaikka omistussuhteissa tapahtuisi muutoksia.



### **2.4.3. Autopaikat erillisessä kiinteistöyhtiössä**

Kun usean tontin autopaikat järjestetään keskitetysti, käytetään usein erillistä kiinteistöyhtiötä autopaikkojen omistajana. Kiinteistöyhtiötä kutsutaan tässä tapauksessa pysäköintiyhtiöksi ja sen tarkoitus on omistaa ja hallinnoida autopaikkoja omistajiinsa nähden omakustannusperiaatteella. Autopaikkaosakkeet voivat olla suoraan kiinteistön käyttäjien omistuksessa, tai ne voivat olla velvoitepaikkoihin oikeutettujen kiinteistöjen omistavien asunto-osakeyhtiöiden omistuksessa. Tällöin asunto-osakeyhtiö osakkeistaa osakkeet uudelleen, eli luo osakkeet, jotka oikeuttavat hallitsemaan pysäköintiyhtiön osakkeita, jotka oikeuttavat edelleen hallitsemaan autopaikkoja. Näillä ”tuplaosakkeilla” pyritään osaltaan varmistamaan velvoitepaikkojen pysyvyys kiinteistön käytössä. Erillinen pysäköintiyhtiö vaatii rasite- tai yhteisjärjestelysopimuksen.

Pysäköintiyhtiön omistamat autopaikat voivat sijaita joko pysäköintiyhtiön, tai muun tahon omistamalla kiinteistöllä (Wallin ja Toiskallio 2009, s. 20). Jos pysäköintiyhtiö ei itse omista kiinteistöä, sillä on oltava pitkäaikainen vuokra- tai muu sopimus hallita aluetta, johon se autopaikat rakennuttaa. Keskitetyn pysäköinnin mallissa yleensä kunta omistaa LPA-tontit ja vuokraa ne edullisesti kiinteistöyhtiöille (Wallin ja Toiskallio 2009, s. 20). Jos velvoitepaikkaoikeutetut kiinteistöt omistavat kiinteistön, jossa autopaikat sijaitsevat, luovuttavat ne pysäköintiyhtiölle hallintaoikeuden autopaikka-alueelle esimerkiksi Maakaaren (12.4.1995/540) 14. luvun mukaisena erityisenä oikeutena. Eri-tyinen oikeus voidaan kirjata kiinteistötietojärjestelmään määräaikaisena vastikkeettomana käyttöoikeussopimuksena. Käyttöoikeuden antajat voivat rajoittaa käyttöoikeuden laajuutta. Esimerkiksi rakentamiseen tarvittavat rakenteet ja yhdyskuntatekniset putket voidaan käyttöoikeussopimuksessa rajoittaa käyttöoikeuden ulkopuolelle.

Pysäköintiyhtiön yhtiöjärjestys ei ole välttämättä riittävä määrittämään osakkaiden keskinäistä toimintatapaa. Erityisesti jos korttelissa on tiedossa velvoitepaikkojen toteutukseen vaikuttavia tulevia rakennushankkeita, on syytä tehdä erillinen osakassopimus määrittämään tulevat rahoitustavat, kuinka yhtiöön tulevaisuudessa liitytään ja rakentamisvaiheet. Osakassopimukseen voidaan koota kaikki osakkaita koskevat asiat.

### **2.4.4. Autopaikkojen hallinnointi hallinnanjakosopimuksella**

Keskitetty pysäköinti voidaan järjestää myös ilman erillistä pysäköintiyhtiötä käyttämällä hallinnanjakosopimusta. Säännös hallinnanjakosopimuksesta (Maakaari 14. luku 3 §) antaa mahdollisuuden kirjata kiinteistön omistajien sopimuksen kiinteistön hallinnasta. Säännös luotiin alun perin paritalonomistajia varten, ja se on useassa tapauksessa vaihtoehtoinen raskaalle kiinteistönmuodostusprosessille (Kärkäs 2002). Autopaikkojen tapauksessa usea kiinteistö voi yhdessä omistaa määräosin toisen kiinteistön, jolle ne yhdessä rakennuttavat autopaikat. Tällöin ne hallinnanjakosopimuksella sopivat autopaikkojen hallintaoikeudesta. Sopimuksessa voidaan ylläpidon ja huollon suhteen sopia yhteistoimintaelimestä, esimerkiksi hoitokunnasta. Usean asuinkerrostalon yhteydessä

olevan pysäköinnin hallinta hallinnanjakosopimuksella vaikuttaa olevan harvinaisempi tapaus kuin erillinen pysäköintiyhtiö.

## **2.5. Pysäköinnin toteutuskustannukset**

Pysäköinnin toteutuskustannuksista on annettu erilaisia arvioitua erilaisissa lähteissä. Kustannuksista puhuttaessa on oletettava niiden tarkoittavan niin sanottua verollista omakustannushintaa, joka sisältää normaalin rakentamisen ja hankekehityksen katteen. Helsingin autopaikkatyöryhmä (2009, s. 7) arvioi maantasoautopaikan kustannukseksi 4200 €, kun Helsingin asuntotuotantotoimikunnan (2012, s. 2) arvio oli 8000 €. Rakenteellisen pysäköinnin osalta maanalaisen pihakannen alla olevan autopaikan kustannuksesta on esitetty 20 000 – 35 000 € (Helsingin kaupunki 2009) ja 35 000 – 50 000 € (Helsingin asuntotuotantotoimikunta 2102) arvioita. Kalleimmillaan autopaikka kallioluolaan louhittuna tai pohjavedenpinnan alapuolelle rakennettuna voi maksaa 80 000 € (Taloussanomien 25.9.2011 ja 12.1.2013). Tonttikohtaisten ja asuinrakennusten yhteydessä olevien autohallien toteutuskustannuksia on haastava arvioida tarkasti, koska asuinrakennuksella ja autohallilla on paljon yhteisiä rakenteita. Arviointi täytyy tehdä vertailemalla eri ratkaisuvaihtoehtoja keskenään, jolloin tullaan myös samalla otetuksi huomioon muutokset piharakenteissa.

Autopaikan kustannuksiin vaikuttaa ennen kaikkea rakennetaanko ne maan tasalle vai alle, maaperän laatu, pohjaveden korkeus, meriveden vaikutus ja lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä (Helsingin kaupunki 2009 ja Taloussanomien 12.1.2013). Erikseen on korostettava autopaikkatehokkuuden merkitystä yksittäisen autopaikan toteuttamiskustannuksiin. Autopaikkatehokkuus tarkoittaa kuinka monta rakennettua bruttoneliötä yksi autopaikka kuluttaa. Bruttoneliöihin lasketaan siis autopaikkojen lisäksi ajoväylät ja ajoalukset. Koska toteuttamiskustannukset riippuvan rakennetuista bruttoneliöistä, on autopaikkatehokkuudella suora riippuvuus yksittäisen autopaikan toteuttamiskustannukseen.

Laajemmassa mittakaavassa pysäköinnin kustannuksissa täytyy myös ottaa huomioon sen maankäyttö arvioimalla maankäytön vaihtoehtoiskustannuksia. Sen mukaan maantaspysäköinti vei maa-alaa muulta taloudellisesti kannattavalta toiminnalta. Vastaavasti maanalainen pysäköinti vapauttaa maata muulle käytölle (Rönkä et al. 1999, s. 37). Toisaalta jos autopaikoista vapautuvalle maalle ei löydy taloudellisesti kannattavaa vaihtoehtoiskäyttöä, voi maanalaisilla autopaikoilla olla maan arvoa laskeva vaikutus. Näin käy asuntotontin tapauksessa, jossa pysäköinti olisi mahdollista toteuttaa maantasoisesti, mutta asemakaavassa määrätään autopaikkojen sijoittamisesta maan alle. Jos maanalaisten autopaikkojen markkina-arvo on niiden toteuttamiskustannuksia pienempi, rajoittaa niiden rakentaminen tontin taloudellista käyttöä.



### 3. Asukaspysäköinnin rakenteelliset vaihtoehdot

Luvussa 2.4. *Vaihtoehtoisia tapoja täyttää pysäköintivelvoite* esiteltiin asuntokohteeseen liittyvän pysäköinnin järjestämisen hallinnollisia tapoja. Luku 3 esittelee pysäköinnin rakenteellisia vaihtoehtoja niin, että niiden edut ja haitat suhteessa toisiinsa tulevat esille. Rakennerratkaisuja ja muita detaljitason asioita käydään läpi siltä osin kun niillä on vaikutusta vertailtaessa eri pysäköintiratkaisuja keskenään.

Rakennusinsinööriunionin julkaisema *Liikenne ja väylät II* (2006, s. 412–416) jakaa pysäköinnin pysäköintialueisiin ja -laitoksiin. Kirjan mukaan pysäköintialue on maantasoon pysäköintiä varten rakennettu alue, ja pysäköintilaitos on pysäköintiä varten rakennettu ja varustettu tai merkitty alue, rakennus tai rakennuksen osa. Lisäksi kirjan mukaan pysäköintitalolla tarkoitetaan useimmiten pysäköintiin tarkoitettua monikerroksista rakennusta tai maanalaisista tilaa. Myös RT-kortti *Pysäköintilaitokset* (Rakennustieto 2010b) määrittelee pysäköintilaitoksen samalla tavalla laajemmaksi käsitteeksi ja pysäköintitalon pysäköintilaitoksen erikoistapaukseksi.

Kun halutaan selvittää pysäköintiratkaisusta erityisesti asuntorakentamisessa käytetyt vaihtoehdot, on selvää, ettei alan kirjallisuus riitä antamaan tarpeeksi syvällistä tietoa. Tästä syystä kirjallisuuden lisäksi referenssinä on käytetty Skanska Talonrakennus Oy:n rakennuttamia asuntokohteita. Pääkaupunkiseudulta on listattu vuosilta 2006–2013 yhteensä 46 asuntokohteesta pysäköinnin suunnitteluratkaisu. Kaikki kohteet ovat kerrostalokohteita. Suunnitteluratkaisut voidaan jakaa taulukon 1 mukaisesti.

**Taulukko 1: Skanska Talonrakennus Oy:n pääkaupunkiseudun 46 asuntokohteen pysäköintiratkaisu.**

Pysäköintiratkaisu	Asuntokohteittain		Kortteleittain	
	lukumäärä	%-osuus	lukumäärä	%-osuus
Maantaso	3	7 %	3	13 %
Maanalainen halli	14	30 %	7	30 %
Maanpäällinen halli	9	20 %	5	22 %
Keskitetty pysäköinti tontin ulkopuolella	20	43 %	8	35 %
<b>Yhteensä</b>	<b>46</b>	<b>100 %</b>	<b>23</b>	<b>100 %</b>
Autotalleja täydentämässä muuta pysäköintiä	9	20 %	6	26 %

Aineiston mukaan puolissa asuntokohteista on maanpäällinen tai maanalainen autohalli, vajaassa puolessa pysäköinti järjestetään keskitetysti usean asuntokohteen kesken tontin ulkopuolella ja pienessä osassa on maantasopysäköinti. Autohalli tarkoittaa tässä yhteydessä asuinrakennuksen tai –rakennusten yhteydessä olevaa hallia ja keskitetty pysäköinti erillistä pysäköintitaloa, johon ei ole suoraa kulkua asuinrakennuksesta. Maan-

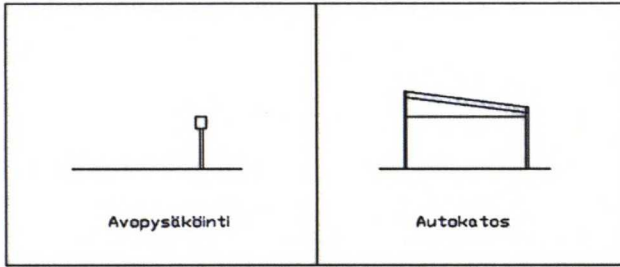
tasopysäköinnillä tarkoitetaan avointa pysäköintialuetta tai autokatospysäköintiä. Pääkaupunkiseudun erityispiirteenä näkyy maantasopysäköinnin vähäinen määrä. Mitä väljempää yhdyskuntarakennetta tutkitaan, sitä suurempi maantasopysäköinnin osuudesta muodostuu.

Keskitetty pysäköinti palvelee useaa samaan aluekokonaisuuteen kuuluvaa projektia. Projektien lukumäärät ovat tällöin useimmiten suuremmat. Voidaan myös ajatella, että tällöin pysäköintiratkaisu on valikoitunut yhdellä päätöksellä usealle projektille samanaikaisesti. Jos pysäköintiratkaisut listataan kortteleittain, saadaan tietystä mielessä todennukaisempi kuva käytetyimmistä suunnitteluratkaisuista. Tällä perusteella voidaan sanoa, että pääkaupunkiseudun asuinkerrostalorakentamisessa joka kolmas pysäköintiratkaisu on keskitetty pysäköintitalo, yli puolet pysäköintiratkaisuista on asuinrakennuksen yhteydessä olevia autohalleja ja joka seitsemäs maantasoratkaisu.

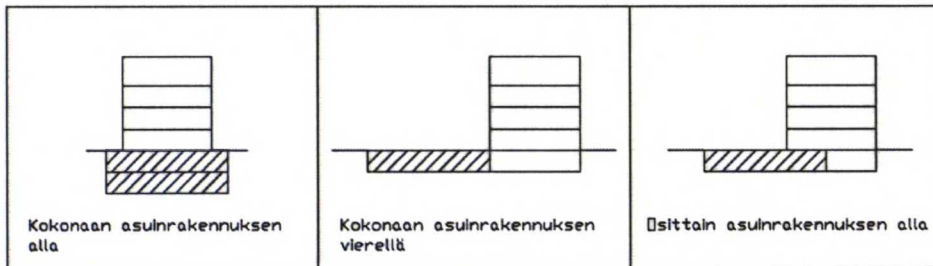
Kuvassa 3 on esitelty asuntorakentamisen pysäköintivaihtoehdot niin kuin ne käydään läpi luvuissa 3.1.–3.4. Pysäköintivaihtoehdot on listattu kirjallisuuden ja käytännön kohteiden mukaisesti. Kirjallisuuden pysäköintilaitokset -käsite on tässä listauksessa jaettu maanalaisiin autohalleihin, maanpäällisiin autohalleihin (kansirakenteisiin) sekä pysäköintitaloihin. Lisäksi asuinrakennuksen yhteydessä olevat autohallit on jaettu sen mukaan, kuinka ne ovat sijoittuneet suhteessa asuinrakennukseen. Kirjallisuudesta poiketen pysäköintilaitoksista puhuttaessa viitataan käytännössä usein juuri pysäköintitaloihin. Listattujen vaihtoehtojen lisäksi pysäköinti voidaan järjestää myös autotalleilla, mutta kerrostalorakentamisessa se on useimmiten muuta pysäköintiä täydentävää.



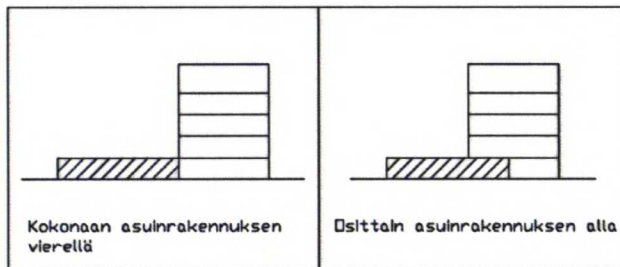
### 3.1. Maantasopysäköinti



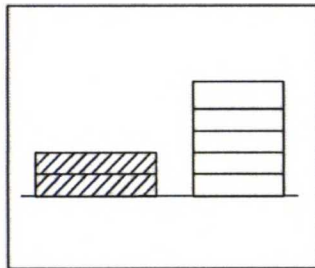
### 3.2. Maanalainen pysäköinti



### 3.3. Maanpäällinen kansirakenne



### 3.3. Pysäköintitalo



**Kuva 5: Asuntorakentamisen yhteyteen tehtävän pysäköinnin rakenteelliset vaihtoehdot.**

Erityisesti ulkomaalaisessa kirjallisuudessa esitellään myös erilaisia mekaanisia siirtimiä pysäköintivaihtoehtoina (Chrest et al. 2004, Irmscher 2012). Automatisoidut autohissit parantavat pysäköintilaitoksen tehokkuutta ja muuttavat pysäköintitilan luonnetta merkittävästi. Mekaanisia siirtimiä kevyempiä ratkaisuja ovat myös erilaiset siirtolavat ja kääntimet, joita käyttämällä myös liikennealueelle voidaan sijoittaa autopaikkoja tai kääntymisalueita voidaan mitoittaa pienemmäksi. Mekaanisilla siirtimillä ja hisseillä varustettuja pysäköintilaitoksia on käytössä erityisesti Keski-Euroopassa, Italiassa ja

Aasiassa (Irmscher 2012, s. 196). Konsulttiselvitys vuodelta 2010 kertoo Suomessa olevan muutamia yksinkertaisia robottiparkkiratkaisuja (Keskisaari ja Jäntti 2010, s. 15).

### **3.1. Maantasopysäköinti**

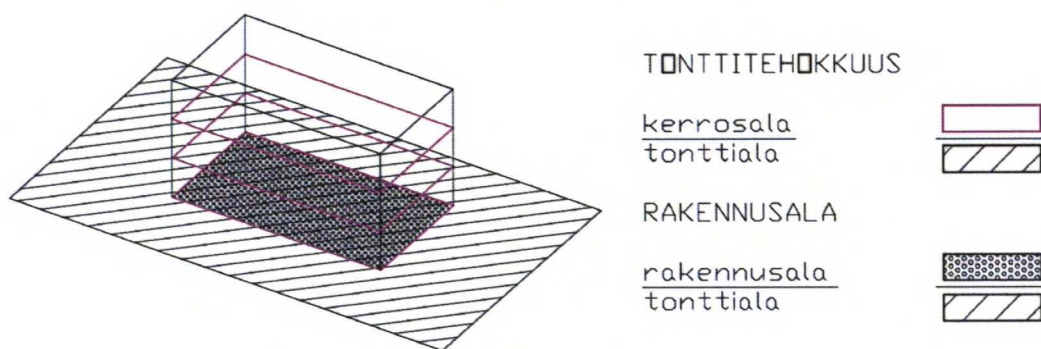
Maantasopysäköinti on rakenteellisen pysäköinnin vastakohta. Kun autopaikat sijoitetaan maan päälle, on rakennustekniikalle vähäinen tarve. Maantasopysäköinti voi olla avoin pysäköintipaikoitus tai siihen voi liittyä autokatos. Lämmitystolppa on nykyajan vaatimustason mukainen. Asuntokohteen vieraspysäköinti toteutetaan yleisimmin maantasopaikkoina. Vieraspaikat ovat perinteisesti lämmitystolpattomia.

Maantasopysäköinnissä nähdään useita huonoja ominaisuuksia. Sopanen et al. (s. 44, 2007) toteavat maantasopysäköinnin tuottavan ympäristöön laajoja kenttämaisia alueita ja pitkiä katosryhmiä. Reiheen (2004, s. 57) mukaan vaarana on oleskelualueiden pirstoutuminen ja pihan epäviihtyisyys. Rönkä (1999, s. 32) tiivistää maantasopysäköinnin olevan halpa, mutta tuhlaavan kallista maa-alaa ja olevan kaupunkikuvallisesti huono ratkaisu. Toisaalta Suomen kuntatekniikan yhdistyksen (2001, s. 223) mukaan maantasopysäköinti on käyttäjäystävällinen. Osa ihmisistä kokee pysäköintihallit ja -talot ahtaiksi liikkua, ja jos maantasopaikka on näköetäisyydellä, ne mielletään usein myös turvallisiksi autonsäilytyspaikoiksi.

Helsingin kaupungin autopaikkatyöryhmän (2009) mukaan tonttitehokkuuksilla 0,7 – 0,8 saavutetaan maantasopysäköinnin maksimitehokkuus. Rakennusinsinööriliiton julkaisun (2006, s. 412) mukaan tonttitehokkuuden ylittäessä arvon 0,5 joudutaan pysäköintipaikat toteuttamaan päällekkäisille tasoille suhteessa muihin toimintoihin. Tonttitehokkuus - tai laajemmassa mittakaavassa aluetehokkuus - onkin tärkein mittari arvioitaessa maantasopysäköinnin toteuttamismahdollisuutta, koska autopaikkojen määrä on tavalla tai toisella riippuvainen rakentamisen määrästä.

Tonttitehokkuuden lisäksi maantasopysäköinnin toteutusmahdollisuuteen vaikuttaa myös rakennusalan suhde tontin alaan, eli rakennusten viemä tila tontista (kuva 6). Saman rakennusoikeuden vieminen pienempään alaan, eli korkeampi rakentaminen, jättää enemmän mahdollisuutta hyödyntää tonttialaa pysäköinnille. Korkea tonttitehokkuus tai suuri rakennusala johtaa joko maanalaiseen tai tontin ulkopuoliseen pysäköintiin. Jos liian ahtaaseen tonttiin sijoittaa paljon maantasopysäköintiä, esteettisten seikkojen lisäksi ongelmaksi voi tulla rakentamismääräyskokoelman määräys (G1 2005, s. 8), jonka mukaan pysäköinti- ja liikennealueiden häiriö asumiselle ja pihan muulle käytölle on jätävä vähäiseksi.





**Kuva 6: Tonttitehokkuus ja rakennusala.**

Maantasopysäköinnissä on huomioitava, ettei autopaikkoja tule rakentaa lähelle asuntojen ikkunoita, ja että paikkojen sijoittelulla on estettävä ajovalojen häiritsevä suuntautuminen ikkunoihin. Rakennusinsinööri Liikenne ja väylät II (2006, s. 412) ilmoittaa autopaikkojen ja ikkunoiden väliseksi ohjeelliseksi minimietäisyydeksi 10 metriä, kun toisaalta ympäristöministeriön kaavoitusopas (2003) asettaa rajaksi 20 metriä. Rakentamismääräyskokoelman (D2 2012, s. 11) määrää autojen pysäköinti- ja lastauspaikkojen ja ajoluiskien minimietäisyydeksi ilmanvaihdon ulkoilmalaitteeseen 8 metriä.

Autopaikat jaetaan 20–50 auton ryhmiin rajaten ne esimerkiksi istutuksilla niin, että alueet sopeutuvat hyvin ympäristöönsä (Rakennusinsinööri 2006, s. 412). Tämän toteutumista varten asemakaavassa voi olla määräys istutuksista ja niiden määrästä ja sijoittelusta. Jotta edellä mainittu häiriö pihan muulle käytölle voidaan minimoida, on hyvä sijoittaa autopaikat eripuolelle pihaa pihan oleskelualueista. Hieman eri korkeustasoon sijoitettu pysäköintialue lisää turvallisuutta ja liikennealueen erottumista muusta pihasta. Autokatoksia sijoitettaessa on myös muistettava, että katokset ovat erinomaisia näkö- ja melusuoja esimerkiksi raide- tai tieliikennettä vasten. (Kuva 7)



Kuva 7: Helsingin Oulunkylässä autokatosta käytetään rajaamaan raideliikenne piha-alueesta. Pysäköintialue on tilana alemmalla tasolla muihin toimintoihin verrattuna, mikä parantaa turvallisuutta ja viihtyisyyttä. Pitkä rakennusmassa rajaa pysäköintialueen oleskelualueesta, jolloin pihassa on selkeät liikenne- ja oleskelualueet.

Maantasopysäköinnissä on kiinnitettävä huomio lumenpoistoon. Suomen kuntatekniikan yhdistys (2001, s. 223) ilmoittaa maantasopysäköinnissä päästävän tavallista parempaan autopaikkatehokkuuteen 20–25 m<sup>2</sup>/ap. Autokatospaikoissa tähän voidaan päästä, mutta avopaikkojen istutusrajaukset ja lumenpoiston huomioon ottaminen laskevat autopaikkatehokkuutta. Skanska Talonrakennus Oy:n 6 maantasopaikoituskohteen autopaikkatehokkuuden keskiarvo oli 32,4 m<sup>2</sup>/ap. Asuntokehteiden usein tarkoituksella epäsäännölliseksi pilkotut maantasopaikoitusalueet ovat tehottomampia kuin esimerkiksi liiketoimintojen laajat ja kenttämaiset pysäköintialueet.

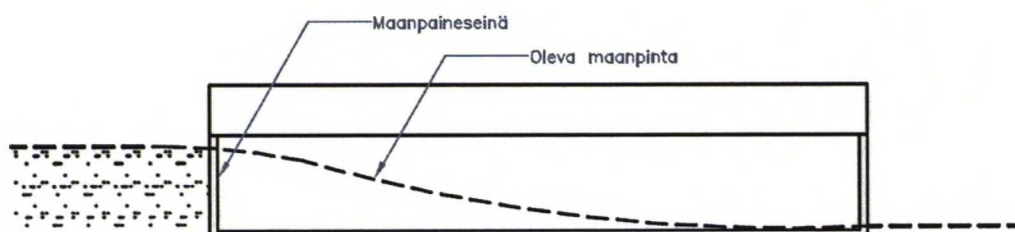
### 3.2. Maanalainen pysäköinti

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrittelee 115 §:ssä kellarikerrokseksi kerroksen, joka on kokonaan tai pääasiallisesti maanpinnan alapuolella. Nykyinen lainsäädäntö ei tunne enää niin sanottuja maanpäällisiä kellareita tai sekakerroksia. Maanpinnan sijainti onkin yksi tärkeimmistä yksittäisistä tekijöistä, joka vaikuttavat pysäköintihallin suunnitteluratkaisuihin. Maanalaisesta kerroksesta seuraa kaivu- ja täyttötöitä sekä vedeneristettäviä maanpaineiseiniä. Ajoluiska maanalaiseen kerrokseen lisää pysäköintihallin bruttoalaa. Talotekniikan järjestäminen vaikeutuu, koska maanalaisessa kerroksessa sekä kor-



vaus- että poistoilma on usein järjestettävä koneellisesti. Myös savunpoiston järjestäminen on haasteellisempaa maanalaisessa kerroksessa. Maan alla vaatimukset poistumisteille ja palo-osastoille tiukkenee. Samalla kasvaa myös todennäköisyys paineellisen pohjaveden huomioon ottamiselle ja erillisten pumppaamojen lisäämiselle.

Jako maanalaiseen pysäköintihalliin ja maanpäälliseen kansirakennepysäköintiin ei ole aina yksiselitteinen. Maanpinnanmuotojen vaihtelevuus saattaa aiheuttaa sen, että osa pysäköintitilasta on maanpaineisella tehty maanalainen halli ja osassa pysäköintitilaa lattia on maanpinnan tasossa (kuva 5). Myös autohallia, jonka ympärillä oleva maanpinta on vain vähäisesti pysäköintitilan lattian yläpuolella, ei ole tarkoituksen mukaista jakaa yksiselitteisesti maanalaiseksi halliksi tai maanpäälliseksi kansirakenteeksi. Tontin käytön suunnittelussa ei yhtä lailla maanpinnan sijainnilla ole suurta merkitystä: Kansirakenne on myös maanalaista pysäköintiä, sillä kannen päälle voidaan sijoittaa pihan muuta käyttöä. Rakennusvalvonta päättää kohdekohtaisesti maankäyttö- ja rakennuslaki 115 §:ää tulkiten onko pysäköintitila kellarikerros vai tavallinen kerros. Kellari - käsitettä käytetään kerrosalaa laskettaessa: Kellarikerrosta ei lasketa rakennusoikeuteen ellei siellä sijaitse rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Usein kuitenkin asemakaavan selostusosassa pysäköintitilat rajataan joka tapauksessa rakennusoikeuden ulkopuolelle. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 115 §, Ympäristöministeriö 2003, s. 78–79)



**Kuva 8: Kansirakenne, joka on osittain maanalainen**

Maanalaiset tilat voidaan jakaa kolmeen osaan: Kellaritilat ovat maanpäällisen rakennuksen alapuolella, kannen alustilat rakennetaan yläpuolelta kaivamalla tai louhimalla ja kalliotilat sivulta louhimalla tai poraamalla (Rönkä et al. 1999, s. 12 ja 29). Asuntorakentamisen yhteydessä rakennettavaan maanalaiseen pysäköintiin käytetään lähes poikkeuksetta jonkinlaista kansirakennetta pysäköintihallin yläpohjana. Kansirakennetta ei luonnollisesti tule, jos pysäköintitila on kellaritilana kokonaisuudessaan rakennuksen rungon alapuolella. Kallioluolaan louhittava pysäköinti ei ole yksittäisissä asuntorakennuskohteissa realistinen vaihtoehto sen kalleuden takia. Sitä vastoin alueellisena pysäköintiratkaisuna kallioluolaa on käytetty useissa kohteissa (Rönkä et al. 1999, s. 34).

Jos maanalaisia pysäköintikerroksia on useita, ajoluiskat on kuhunkin kerrokseen edullista sijoittaa päällekkäin samaan kohtaan. Ajoluiska kellariin vaatii paljon tilaa ja sen sijoittelu on ongelmallista muutenkin ahtaassa tilassa.

Kansirakenne, joka ei ole MRL 15 §:n mukainen kellarikerros, esitellään erikseen luvussa 3.3 *Maanpäällinen autohalli ja kansirakenne*. Kaikki kansirakenteeseen liittyvät erityispiirteet esitellään luvussa 3.3, vaikka ne liittyvät usein myös maanalaiseen pysäköintihalliin.

Toteutuneita maanpäällisten ja maanalaisten autohallien suunnitteluratkaisuja tarkasteltaessa voidaan huomata niiden jakautuvan kolmeen eri tyyppiin riippuen niiden sijainnista suhteessa asuinrakennukseen (taulukko 2), jotka esitellään luvuissa 3.2.1.–3.2.3.

**Taulukko 2: Maanalaisten ja maanpäällisten autohallien suunnitteluratkaisut Taulukon 1 aineistosta.**

Suunnitteluratkaisu	lukumäärä	%-osuus
Autohalli kokonaan tai pääasiallisesti asuinrakennuksen alla	3	13 %
Autohalli osittain asuinrakennuksen alla	9	39 %
Autohalli asuinrakennuksen vierellä	11	48 %
	23	100 %

### 3.2.1. Maanalainen pysäköinti – kokonaan rakennuksen alla

Käytännössä termillä kellaripysäköinti tarkoitetaan tilannetta, jossa pysäköintitila on kokonaan asuinrakennuksen alla (Rönkä et al. 1999, s. 12). Käytännössä asuntokohteen pysäköintihalli on äärimmäisen harvoin kokonaisuudessaan rakennuksen alla. Näin ollen kellaripysäköinti voidaan määritellä pääasiallisesti rakennuksen alapuolella olevaksi pysäköinniksi. Oleellisinta tässä vaihtoehdossa on pysäköintitilojen sovittaminen muun rakennuksen kantavien rakenteiden väliin. Jotta tilankäyttö olisi tehokasta, olisi kantavien rakennusosien haitattava mahdollisimman vähän pysäköintitilaa. Asuinrakennuksessa kantavat rakennusosat ovat pääasiassa seinämäisiä. Seinälinjalta tuleva kuorma voidaan siirtää kellarikerrokseen pilareille, mutta tilatehokkuutta parantava pilarien minimointi aiheuttaa haasteellisia palkkilaatasto-rakenteita. Asuntorakentamisessa asuntosuunnittelu määrää kantavien rakennusosien paikat. Näin ollen asuntojen alapuolella olevat autopaikat aiheuttavat joko kuormien siirtoa palkkirakenteilla tai asuntosuunnittelun tekemistä autopaikkojen ehdoilla.

Pilarien sijoittelun lisäksi haasteellista on myös rakennuksen muodon asettama raami tilasuunnitteluun. Tilasuunnittelun voidaan ajatella olevan erilaisten toimintojen ja niiden vaatimien kulkuyhteyksien sekä tilan yhteensovittamista. Kun autopaikat ovat ra-



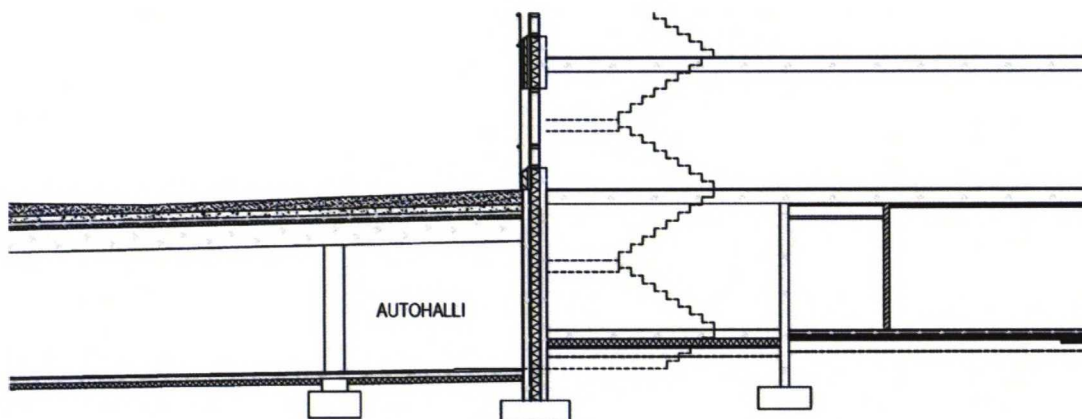
kennuksen rungon alla, on yksinkertaisuuden vuoksi tiettyyn pisteeseen asti edullista pitäytyä saman ulkoseinälinjan jatkamisella kellarikerrokseen asti, ja näin ollen välttää erilaisten yläpohjarakenteiden ja niiden hankalien liitoskohtien rakentamiselta. Tällöin kuitenkin autopaikkojen tilasuunnittelu tehdään täysin rakennusrungon ulkoseinälinjojen ehdoilla, eikä tilaa kohden saada sovitettua suurta määrää autopaikkoja ja niiden vaatimia liikennealueita. Pääasiallisesti asuinrakennuksen alapuolella olevan autohallin suunnitteluratkaisussa on useimmiten merkittävästi myös omaa yläpohjarakennetta, koska asuinrakennuksen rakennusala ei ole riittävä autohallille. Tästä huolimatta autopaikkatehokkuus jää pilarirakenteista ja muun kellaritilan yhteensovittamisesta johtuen yli 30 m<sup>2</sup>/ap. Epäsopivasta rakennusmassoittelusta johtuen autohallitehokkuus voi olla tätäkin heikompi.

Rakennuksen alla oleva kellaripysäköinti toteutetaan usein niin sanottuna puolilämpimänä tilana, eli se kuuluu rakennuksen vaipan sisäpuolelle ja sen lämpötila pidetään tarkoituksella +5 °C ja +17 °C välissä. Kellarikerros on lämpöeristetty ala- ja yläpuolelta sekä sivuiltaan. Kaikki aineiston pääasiallisesti asuinrakennuksen rungon alla olevat autohallit 3 kpl on toteutettu puolilämpimiä, ja lämmönjakojärjestelmänä on käytetty kiertoilmapuhaltimia.

Rakennuksen alapuolella olevaa kellaripysäköintiä käytetään kun rakennuspaikka on ahdas. Näin käy erityisesti keskusta-alueen täydennysrakentamisessa. Ahdas tila ja tehon autopaikkojen sijoittelu johtavat helposti useaan maanalaiseen pysäköintikerrokseen.

### **3.2.2. Maanalainen pysäköinti – kokonaan rakennuksen vierellä**

Kun pysäköintiä ei viedä ollenkaan muun rakennuksen rungon alle, voidaan pysäköintihallin runko tehdä lähes täysin autopaikkojen ehdoilla. Hallin bruttoala autopaikkaa kohden saadaan pieneksi ja tilankäyttö on siten tehokasta. Kuvassa 6 on tyypillinen leikkauskuva asuinrakennuksesta ja sen vieressä olevasta autohallista. Kuvasta nähdään, että autohalli on tuotannon kannalta helppo toteuttaa: Autohalli ja asuinrakennus muodostavat lähes toisistaan riippumattomat rakennuslohkot. Jotta asuinrakennus pääsee mahdollisimman nopeasti sisävalmistusvaiheeseen, rakentaminen kannattaa yleensä aloittaa asuinrakennuksesta ennen autohallia. Tällöin on huomioitava torninosturin sijoittuminen ja sen mahdollinen siirtäminen autohallia rakennettaessa, jos se asuinrakennuksen runkovaiheessa joudutaan sijoittamaan autohallin paikalle. Toinen tuotannossa huomioitava asia on mahdollinen autohallin päällä tehtävä julkisivutyö, koska autohalli ja sen kansi ovat julkisivun kanssa samaa työaluetta.



**Kuva 9:** Autohalli sijaitsee asuinrakennuksen vierellä erillisenä rakennuslohkona.

Jos pysäköintitila voidaan sijoittaa rakennuksen rungon ulkopuolelle, on sen etuna helppompi mahdollisuus toteuttaa se lämmittämättömänä rakenteena, eli se jää rakennusvaiipan, eli lämmöneristeen ulkopuolelle (Rakentamismääräyskokoelma C3, 2010). Lämmittämätön rakenne ei näin ollen tarvitse lämmöneristystä muualle kuin lämmintä tilaa vasten.

Asuinrakennuksen ja pysäköintihallin runkojen erottaminen toisistaan helpottaa myös runkorakenteiden suunnittelua. Rungot voidaan erottaa liikuntasaumoilla toisistaan ja ne voidaan näin muodostaa jäykistyksen kannalta omiksi kokonaisuuksiksi. Kannen päällä oleva rakennusrunkojen liittymärakenne ja sen vedeneristys on kuitenkin haastava, ja se on suunniteltava huolellisesti.

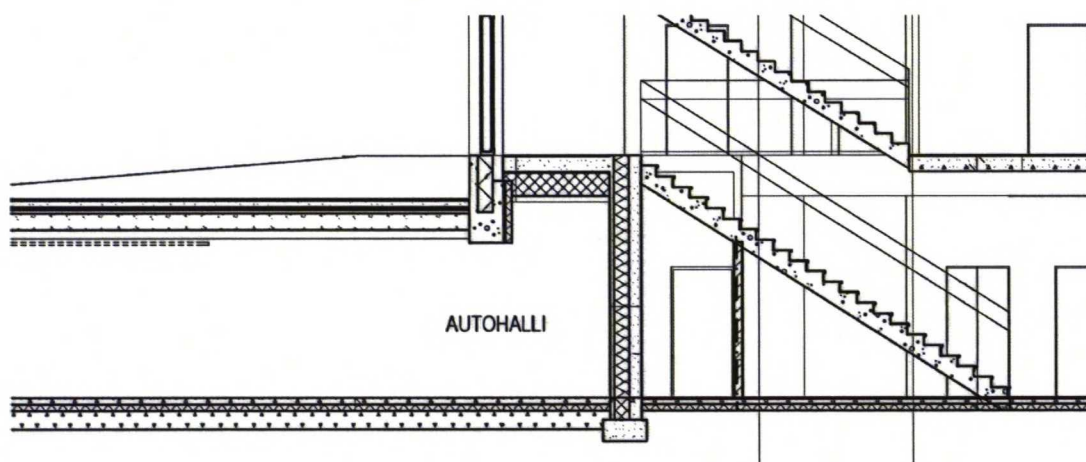
### **3.2.3. Maanalainen pysäköinti – osittain rakennuksen alla**

Rakennuksen pohjan ala harvoin riittää pysäköintialaksi, jolloin kellaripysäköinti jäisi kokonaan rakennuksen alle. Toisaalta halli vietyinä kokonaan rakennuksen rungon ulkopuolelle on usein tontin puolesta mahdotonta, tai asuinrakennuksen pohjakerrokselle ei ole autohallin lisäksi muuta käyttöä. Yleinen sekamuoto tästä on suunnitteluratkaisu, jossa pysäköintihalli jatkuu osittain rungon sisälle. Taulukon 2 mukaan rakennuksen vierellä olevista autohalleista noin puolet jatkuu osittain rakennuksen puolelle. Yleisin tapa on viedä autopaikkarivi rungon alle, jolloin rakennuksen ulkoseinä kannatetaan pilareilla autopaikkojen päistä.

Kuvassa 6 on tyypillinen leikkaus autohallista, joka jatkuu osittain asunnon rungon puolelle. Suunnittelussa on kiinnitettävä huomio rakennusjärjestykseen, koska asuinrakennus ja autohalli eivät muodosta selkeitä omia rakennuslohkoja. Käytännössä asuinrakennuksen runko voidaan tehdä ennen autohallia, jos asuinrakennuksen kantavat rakennusosat voidaan viedä maahan asti riippumatta autohallin rakentamisesta. Näin ollen asuinrakennuksen kantavien pilarien ja seinien pitäisi olla riippumattomia autohallin ala- ja yläpohjasta.



Rakennusjärjestyksen lisäksi on myös huomioitava asuinrakennuksen ja autohallin hallinnollinen raja, jos autohalli ei ole suoraan vieressä olevan asuinrakennuksen hallinnassa. Pysäköintiyhtiö (luku 2.4.3) tai hallinnanjakosopimuksen (luku 2.4.4) mukainen autohallin yhteisvastuullinen hallinta vaativat määrittämisen missä menee raja kunkin osapuolen vastuusta rakenteen ylläpidosta ja korjauksesta. Hallinnanjakorajan määrittäminen on haasteellisempaa jos autohalli jatkuu osittain asuinrakennuksen rungon alle. Kuvan 6 tapauksessa hallinnanjakoraja voisi mennä esimerkiksi lämmöneristeen ja kantavan rakenteen välissä. Jos autohallin päällä oleva pihakansi on jonkun asuinrakennuksen hallinnassa, on rajausta tehtävä myös yläpohjaan. Hallinnanjakorajaukset voivat aiheuttaa todellisia ongelmia jos sen liittymäpinnassa ilmenee myöhemmin rakennusvirheitä, joiden tarkkaa syytä ei voida määrittää.



**Kuva 10:** Autohalli jatkuu osittain asuinrakennuksen rungon alle. Autohalli on lämmittämätön, jolloin autohallin ja asuinrakennuksen välinen vaippa on lämmöneristetty. Autohallin päällä olevat kantavat rakenteet vaativat suuret palkkirakenteet autohallin puolelle.

Mitä enemmän halli on rakennuksen rungon ulkopuolella, sitä edullisempaa se on toteuttaa lämmittämättömänä tilana. Aineiston (taulukko 3) osittain asuinrakennuksen alla olevista autohalleista 4/9 oli puolilämpimiä ja 5/9 lämmittämättömiä. Autohallin lämmitystilan valinta riippuu muutamista tekijöistä. Lämmittämättömän hallin tapauksessa hallin ja asuinrakennuksen välinen seinä- ja välipohjarakenne on eristettävä kuin mikä tahansa muu vaipan osa (kuva 6). Laskettaessa vaipan lämpöhäviötä energiatehokkuusvaatimusta varten, käytetään autohallin ja asuinrakennuksen välisen vaipan U-arvojen vertailulukuna samoja U-arvoja muiden vaipan osien kanssa. Vertailuarvon voi laskelmassa ylittää, mutta ylitys täytyy kompensoida jollain muulla osalla. Muuta osaa autohallin vaipasta ei tarvitse eristää, mutta sisällä olevat talotekniset putket ovat eristettäviä. (Rakentamismääräyskokoelma C3, 2010)

Myös puolilämpimän autohallin ja lämpimän asuinrakennuksen välinen seinä- ja välipohja täytyy eristää, mutta eristettä riittää pienempi määrä kuin lämmittämättömän hallin tapauksessa. Puolilämpimän ja lämmittämättömän rakenteen välisen seinän U-arvon vertailuarvo on  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kun lämpimän ja lämmittämättömän välisen tilan seinälle

vertailuarvo on  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Energiamääräysten (Rakentamismääräyskokoelma D3, 2012) mukaisesti rakennuksiin liittyvät tai erilliset moottoriajoneuvosuojat kuuluvat käyttötarkoituusluokkaan 9, joiden kokonaisenergiankulutus lasketaan, mutta sille ei ole asetettu vaatimustasoa. Puolilämmin halli – toisin kuin lämmittämätön halli – täytyy eristää kauttaaltaan. Puolilämpimälle hallille täytyy tuoda lämmitysjärjestelmä, mutta toisaalta puolilämmin halli ei tarvitse autojen lämmityspistokkeita. Puolilämmin halli voi myös aiheuttaa yllättäviä suunnitelmamuutoksia: lämmitysjärjestelmä voi esimerkiksi tarvita suuremman sähkökeskuksen ja sitä myötä suuremman liittymismaksun.

### **3.3. Maanpäällinen autohalli ja kansirakenne**

Erilaiset kansirakenteet voidaan tehdä ilman mittavia maankaivu- ja –täyttötöitä, eli ne eivät sijaitse maan alla, vaikka päällä oleva kansirakenne voi toimia samalla pihana ja tuottaa mielikuvan maanalaisesta pysäköintihallista. Tässä käsiteltävä kansirakenne on samankaltainen kuin luvuissa 3.2.2–3.2.3 käsitelty rakennuksen rungon vierellä tai osittain rungon alla olevat maanalaiset autohallit. Luvun tarkoituksena on käydä lyhyesti läpi mitä etuja maanpäällisellä hallilla saavutetaan, sekä määritellä kansirakenne yleisesti, vaikka kansirakennetta käytetään lähes poikkeuksetta myös maanalaisen autohallin tapauksessa.

Pysäköintihalli asuinrakennuksen vieressä voi siis olla Maankäyttö- ja rakennuslain 115 § mukainen maanpäällinen rakennus. Toisaalta maanpäällinen kansirakenne eroaa kapaleen 3.2.3 maanpäällisestä pysäköintitalosta juuri sen yläpuolisesta piharakenteesta ja yhteydestä vieressä olevaan asuinrakennukseen. Taulukon 1 asuinrakennuksen yhteydessä olevista autohalleista 9/23 oli maanpäällisiä, vaikka – kuten todettua – ero maanpäällisen ja maanalaisen hallin välillä ei aina ole selvä.

Maanpäällisen kansirakenteen käyttöä saattaa rajoittaa asemakaavamääräys, esimerkiksi

- Pihakannet on rakennettava viereisiin piha-alueisiin liittyviksi
- Pihakansi on maisemoitava luonnollisesti muuhun maanpintaan sopivaksi
- Rakennuksen korkeusasema on määritetty niin, ettei täyttä rakennusoikeutta voi käyttää maanpäällisellä autohallilla

Verrattuna maanalaiseen ratkaisuun maanpäällisen kansirakenteen etuna on sen helppompi rakennettavuus ja se mahdollistaa tietyissä asioissa helpompia suunnitteluratkaisuja. Rakennettavuutta helpottaa vähäisten kaivu- ja täyttötöiden lisäksi maanpainesienien puuttuminen ja lyhyemmät ajoluiskat. Toisaalta kannen päälle täytyy usein tehdä ajoluiska pelastustietä varten. Näistä syistä maanpinnan muodoilla on suuri merkitys kansirakenteen optimikäytölle. Luonnollisilla maanpinnan vaihteluilla autohalli voi asettua niin, että luiskat on edullista tehdä, ja hallin ja asuinrakennuksen korkomaailma



on toisiinsa nähden edullinen. On kuitenkin muistettava, että yleisesti rakentaminen riitteeseen on haasteellisempaa kuin tasamaalle.

Maanpäällisen autohallin ilmanvaihto on helpompi toteuttaa, koska korvausilma voidaan johtaa ulkoseinästä säleikköjen avulla, eikä koneellista tuloilmaa tarvita. Rakentamismääräyskokoelman (D2, 2012) mukaan avoin autosuoja on autosuoja, jonka ulkoseinästä 30 % on avointa, ja aukkojen pinta-ala on vähintään 10 % kunkin kerroksen lattia-alasta. Avoimen autosuojan tapauksessa autohalli ei vaadi ilmanvaihtoa ollenkaan, edellyttäen kuitenkin tilan sisällä avointa ilmankulkua. Avoimessa autosuojassa ei myöskään tarvita erillistä savunpoistoa (Rakentamismääräyskokoelma E4, 2005). Pysäköintitalot ovat tyypillisesti avoimia suojia. Yksikään aineiston maanpäällisistä halleista ei kuitenkaan ole toteutettu avoimena, vaan kaikissa on koneellinen poistoilma ja savunpoisto. Jos autohallin vieressä on asuinrakennus, on haasteellista toteuttaa avoin ilmankulku hallin sisällä.

Useassa tapauksessa maanpäällinen autohalli mahdollistaa paloteknisesti helpompia suunnitteluratkaisuja. Rakentamismääräyskokoelma (E4, 2005) asettaa paloteknisille osastoille maksimialat eri paloluokissa ja suojaustasoissa. Asuinkerrostalojen paloluokkien P1 ja P2 osastokokojen enimmäisrajat ovat maanalaisissa tiloissa puolet maanpäällisten tilojen rajoista. Raja-arvojen ylittyessä ja sitä myöten suojaustason noustessa, autosuoja täytyy esimerkiksi varustaa automaattisella sammutuslaitteistolla. Myös savunpoistomääräys tiukkenee suojaustason parantuessa. Suomen rakennusinsinööriliiton julkaisu (2005, s. 22) pitää kerrosta paloteknisesti maanalaisena, jos kerroksen ulkoseinästä vähintään puolet on maan alla. Poistumistiet maanlaiseen autohalliin vaativat usein kierreportaat, kun maanpäälliseen halliin riittää ovi ulkoseinään.

Erityistapaus kansirakenteesta on myös koko korttelin keskeinen pysäköintikansi ympäröitynä asuinrakennuksilla. Tällöin pysäköintihallilla ei ole juurikaan omia ulkoseiniä ja sen muoto noudattelee ympäröiviä rakennuksia riippuen miten halli jatkuu ympäröivien rakennusten alle. Ongelmana tässä on kannen ja talon rungon haasteellisten liittymärakenteiden suuri määrä, autopaikkojen sovittaminen ympärillä olevista rakennuksista riippuvaan halliin, sekä rakentamisen vaihteistaminen.

Kansirakenteella tarkoitetaan rakennetta, jonka sekä päällä ulkotilassa että alla - useimmiten sisätilassa - on toiminnallista tilaa. Kannen yläpuoli joutuu kestäämään kulutusta ajoneuvoin tai jalan liikennöinnistä, sekä tarjoamaan pohjan ja kasvualustan piharakenteille. Tästä syystä kansirakenteen rakennetyyppinä on niin sanottu käännetty rakenne, joka tarkoittaa vesieristeen sijoittumista lämmöneristeen lämpimälle puolelle, toisin kuin vesikattoina toimivissa yläpohjissa yleensä. Tämä suojaa vesieristettä kulutukselta ja on kosteusteknisesti varma ratkaisu. (Kattoliitto 2007, s. 18–19.) Ongelmana käännettyllä rakenteella on vaikea korjattavuus ja lyhyehkö elinkaari. Koko yläpuolinen rakenne vedeneristyksineen tulee uusittaviksi 25–30 vuoden välein (Helsingin kaupungin

asuntotuotantotoimikunta 2012). Kansirakenteen päälle ei käytännössä voi istuttaa puita, mikä usein aiheuttaa piha-alueelle laajaan puuttoman osan (Sopanen et al. 2007, s. 45).

Kantavana rakenteena kansirakenteessa toimii joko elementtirakenne ontelolaatoilla tai paikalla valettu betonilaatta. Ontelolaattojen paksuus on useimmiten 265 mm...500 mm ja ne tukeutuvat päistään palkkeihin tai seiniin. Paikalla valettu rakenne voi olla myös palkkikaistoin vahvistettu jälkijännitetty laatta, jolloin rakennepaksuus pienenee ja jännevälit suurenevät. Jännevälien suurentamisella on mahdollisuus poistaa pilarit autopaikkojen päistä, jolloin autohalliin mahtuu enemmän autopaikkoja. Pystyrakenteina pysäköintihallissa käytetään useimmiten paikalla valettuja pilareita.

### **3.4. Pysäköintitalo**

RT-kortti määrittelee pysäköintitalon ajoneuvojen pysäköintiä varten tarkoitetuksi tavallisesti monikerroksiseksi rakennukseksi (Rakennustieto 2010b). Pysäköintitalo voidaan suunnitella täysin pysäköintiruutujen ja liikennealueiden ehdoilla. Yleisin hallin sisäleveys on noin 34–36 metriä, joka perustuu kaksinkertaiseen kaksisuuntaiseen ajoväylään, joiden molemmilla puolilla on pysäköintiruudut. Jos ajoväyliä on yksi, on sisäleveys 17–18 metriä. Pituus ja mahdollisesti muoto vaihtelevat tontin mukaan. Tasojen vaihtaminen tapahtuu joko suoria ramppeja tai kierrerampeja pitkin, tai itse tasot ovat kaltevia. Rampit voivat olla rakennuksen rungon sisä- tai ulkopuolella. Kaltevat tasot ovat tilamitoituksen kannalta tehokkaita ja ne ovatkin pääsääntöisesti halvempi toteuttaa kuin erilliset ajorampit. Pienemmät pysäköintitalot voivat tasoyhteyksien järjestämiseksi käyttää myös rinnemaastoa hyväksi. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2006, s. 414–416.) Asemakaavassa saatetaan rajoittaa rakennuksen korkeutta tiettyyn maksimiharjakorkeuteen, jolloin pysäköintitalo saatetaan joutua osittain upottamaan maan alle. Pysäköintitalot ovat poikkeuksetta rakennusteknisesti avoimia ratkaisuja, joissa ei siis ole erillistä ilmanvaihtoa.

Merkittävin pysäköintitalon kustannustehokkaaseen toteutukseen vaikuttava tekijä on maahan upotuksen ja ramppiratkaisun lisäksi päällimmäisen pysäköintitason kattorakenne. Se voi olla kokonaan avoin, kevyiden autokatosten suojaama tai kokonaan katettu. Jos tasoa ei ole kokonaan katettu, on suunnitteluratkaisuilla luonnollisesti huolehdittava tason talvikunnossapito ja vedenpoisto.

Pysäköintitaloon liittyvää detaljiikkaa ei ole tarpeen käsitellä tässä yhteydessä enempää, koska pysäköintitalolla ei teknisessä mielessä ole vaikutusta asuntokohteen pysäköintiratkaisun valintaan. Voidaan vain todeta, että pysäköintitalo rakennetaan yleensä pilari-palkkirunkoisena, ja palkkeihin tukeutuvat laatat ovat ontelolaattoja tai kuorilaattoja. Rakenne jäykistetään mastopilareilla, teräsristikoilla, betoniseinillä tai porraskuiluilla. (Elementtisuunnittelu.fi, Rakentajain kalenteri 1994.)



Kun pysäköintitalo toimii keskitettynä asukaspysäköintinä, on otettava huomioon pysäköintitalon käytettävyyys ja turvallisuus. Liian kaukana asunnosta sijaitseva pysäköintitalo vähentää sen käyttöhalukkuutta. Suosituksena enimmäiskävelymatkaksi on esitetty 100–250 metriä (Rakennusinsinööriliitto 2006, s. 406, Rakennustietosäätiö 2010c). Jos pysäköintitalo on myös yleisessä käytössä, on otettava huomioon mahdollinen ilkeily. Asukaspysäköinnille varatut autopaikat olisi hyvä sijoittaa erillisen kulunvalvonnan taakse.

Keskitetty pysäköinti tarjoaa mahdollisuuden autopaikkojen vuorokäyttöön käyttämällä nimeämättömiä paikkoja. Tämä taas mahdollistaa suuremman käyttöasteen ja sitä kautta pienemmän määrän autopaikkoja. Nimeämättömien autopaikkojen toteuttamisen haasteena on kuitenkin autopaikkojen rahoitus, koska käyttäjät ovat valmiita maksamaan nimeämättömästä paikasta kiinteää paikkaa vähemmän. Lisäksi keskitetyn pysäköinnin vaiheittaisen rakentamisen vaikeus lisää ennestään rahoitushaastetta. Kestävän kehityksen kannalta olisi kuitenkin parempi siirtyä enemmän keskitettyihin pysäköintitaloratkaisuihin. Keskitetyllä ratkaisulla on tonttikohtaista autohallia parempi käyttöaste ja ne pystyvät muuttumaan tulevien vuosien maankäytön mukana, siinä missä tonttikohtaiset paikat palvelevat koko elinkaarensa ajan vain tontin käyttäjiä. Lisäksi autohallien myöhempi muuttaminen esimerkiksi varastokäyttöön on palo-osastoinnin, ilmastoinnin ja muiden teknisten rajoitteiden vuoksi mahdotonta (Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta 2012, s. 4).

## 4. Rakentamisen laajuuden vaikutus pysäköintiratkaisuun

Luvussa 2 alustettiin pysäköintiaihe käymällä kirjallisuuden avulla läpi pysäköinnin yleisiä ja rakennuspaikkakohtaisia määräyksiä ja ohjeita sekä asuntokohteiden pysäköinnin hallinnollista toteutusta. Luvussa 3 listattiin asukaspysäköinnin tekniset vaihtoehdot kirjallisuuden avulla. Kirjallisuuden lisäksi tausta-aineistona käytettiin joukkoa toteutuneita kohteita, jolloin listauksesta tuli käytännön kanssa mahdollisimman yhteensopiva. Diplomityön yhtenä tutkimusongelmana oli selvittää mitkä tekijät vaikuttavat hankkeen alkuvaiheessa pysäköintiratkaisun valintaan. Kuten luvussa 2.3 todettiin, asemakaavassa määritellään paitsi pysäköintipaikkojen määrä, myös usein niiden toteutustapa. Asemakaavoitus alkaa rakentamisen määrän, eli rakennusoikeuden asettamisesta. Luvussa 4 tutkitaan rakennusoikeuden vaikutusta pysäköintiratkaisuun. Rakennusoikeuden lisäksi tutkimuksessa otetaan huomioon rakennusala, pysäköintinormi ja autopaikkatehokkuus. Tutkimusosa alkaa siis kohtalaisen teoreettisella osuudella, mutta etenee luvuissa 5 ja 6 enemmän käytännön tarkasteluihin kun pysäköintiratkaisua tutkitaan rakennusten massoittelun ja korkeusasemoinnin kannalta.

### 4.1. Tonttitehokkuus ja rakennusala

Tonttitehokkuus tarkoittaa tontin rakennusoikeuden suhdetta tontin pinta-alaan. Tonttitehokkuuden avulla voidaan siis arvioida suhteellista rakennusoikeutta ilman, että hankkeen neliömääristä laajuutta tarvitse ottaa huomioon. Rakennusoikeus jakautuu tontille eri kerroksiin. Kerrokset puolestaan sijoittuvat rakennusosalalle. Aiemmin kuvassa 6 on esitetty periaatekuva tonttitehokkuudesta ja rakennusosalasta. Teoriatasolla pätee yhtälö:

$$\text{Tonttitehokkuus} / \text{Rakennusala} = \text{Kerrosluku} \quad \text{Kaava (1)}$$

Tätä voidaan havainnollistaa seuraavalla esimerkillä ilman pinta-aloja, eli vain rakennusoikeuden, rakennusalan ja tontin alan välisillä suhteilla: Oletetaan tonttitehokkuudeksi 1,0, eli rakennusoikeus on yhtä suuri kuin tontin ala. Kun myös rakennusalan suhde tonttiin on 1,0, eli rakennus vie koko tontin alan, on kerrosluku 1 ( $1,0 / 1,0 = 1$ ). Kun samalla rakennusoikeudella rakennusalan suhde tonttiin on 0,5, eli puolet tontista, on kerrosluku 2 ( $1,0 / 0,5 = 2$ ).

Tähän perustuen voidaan rakentaa taulukko, jossa pystyakselilla on rakennusoikeuden (kerros-m<sup>2</sup>) ja vaaka-akselilla rakennusalan suhde tontin ala. Näin taulukosta on luettavissa laskennallinen kerrosluku. On kuitenkin muistettava, että rakennusoikeus ei ole ”insinööriperusteinen” bruttoala, vaan se riippuvainen on maankäyttö- ja rakennuslaista ja asemakaavan määräyksistä ja niiden tulkinnasta. Maankäyttö- ja rakennuslaki 115 § sallii ulkoseinän 250 mm ylittävän osan jättämistä rakennusoikeuden ulkopuolelle. Lisäksi asemakaavoissa sallitaan yleisesti tietty osa porrashuoneista rakennusalan ylittävänä osana. Samoin asemakaava sallii usein tiettyjen yhteistilojen rakentamisen raken-



nusoikeuteen kuulumattomina. Nämä otetaan kerroslukua laskettaessa huomioon lisäämällä taulukkoon kokemusperäinen brutto-m<sup>2</sup>:n ja rakennusoikeus-m<sup>2</sup>:n suhde. Taulukkoa käytettäessä on muistettava käyttää rakennusoikeutta käyttävää rakennusala, joten esimerkiksi autohallit on jätettävä rakennusalan ulkopuolelle. Toiseksi on tiedostettava, että kerrosluku on karkea arvio, johtuen todellisen bruttoalan ja rakennusoikeudellisen kerrosalan korjauksen arviosta, sekä erilaisista julkisivussa tapahtuvista sisäänvedoista. Kuvassa 11 on taulukko, jossa on käytetty brutto-m<sup>2</sup> ja k-m<sup>2</sup>:n suhteesta arvoa 1,23. Vihreällä on merkitty kerrosluvut 3-8, koska niiden rakentaminen on yleisintä tutkimuksen kohteena olevan asukaspykäköinnin yhteydessä.

**Taulukko 3: Rakennuksen kerrosluku rakennustehokkuuden ja rakennusalan funktiona.**

Lisäykset  
rakennus-  
oikeuteen

0,85 asm2/kem2  
1,45 brm2/asm2  
1,23 brm2/kem2

KRS Rakennusala	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50
0,40	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1					
0,45	6	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1			
0,50	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
0,55	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
0,60	7	6	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
0,65	8	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,70	9	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,75	9	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
0,80	10	8	7	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
0,85	10	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
0,90	11	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
0,95	12	10	8	7	7	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2
1,00	12	10	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2
1,05	13	11	9	8	7	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
1,10	14	11	10	8	8	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
1,15	14	12	10	9	8	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
1,20	15	12	11	9	8	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
1,25	15	13	11	10	9	8	7	6	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3
1,30	16	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3
1,35	17	14	12	10	9	8	8	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
1,40	17	14	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3

**4.2. Tonttitehokkuus, rakennusala ja maantasopysäköinti**

Kuten aiemmin todettu, yksinkertaisin pysäköintiratkaisu - maanpäällinen pysäköinti - on kannattavaa tonttitehokkuuden ollessa alle 0,7–0,8 (Helsingin kaupunki 2009). Asiaa on kuitenkin tarkasteltava tarkemmin ottamalla huomioon myös pihan ala, jonne maantasopaikat on sijoitettava. Taulukkoon 1 voidaan lisätä tontin ala, jolloin rakennusoikeus ja rakennusala saavat myös neliömääräiset arvot. Samalla tiedetään myös pihan ala, eli tontin ala vähennettynä rakennusosalalla. Kun taulukkoon lisätään asemakaavan autopaikanormi kerrosneliöperusteisena, saadaan tietää autopaikkojen lukumäärä. Kun vielä lisätään yhden autopaikan viemä tila liikennealueineen, eli autopaikkatehokkuus, saadaan tietää autopaikkojen viemä tila ja näin ollen myös autopaikkojen tilan osuus pihan tilasta. Lopuksi huomataan, että autopaikkojen osuus pihasta on riippumaton neliömääräisestä hankelaajuudesta, eli tontin alasta.

Taulukko 2 on kehitetty edellisestä taulukosta edellä kuvatusti. Taulukossa kerroslukujen vieressä on autopaikkojen viemä suhteellinen tila pihasta, kun autopaikkavaatimus on 1 ap / 100 k-m<sup>2</sup>, ja yhden autopaikan viemä tila liikennealueineen on 30 m<sup>2</sup>.

**Taulukko 4: Edelliseen taulukkoon on lisätty autopaikkojen viemä ala pihasta. Keltaisella on merkitty alat 40...100 % ja punaisella yli 100 %. Punaisella on ympyröity toteutuneita suunnitteluratkaisuja. Lähtöarvoina ovat autopaikkanormi 1 ap / 100 m<sup>2</sup> ja autopaikkatehokkuus 30 m<sup>2</sup>/ap.**

MAANTASOPAIKITUKSEN TILA

LÄHTÖARVOT

A.P.-määräys 100 ap/k-m<sup>2</sup>  
A.P.-tila 30 m<sup>2</sup>/ap

Lisäykset 0,85 eam<sup>2</sup>/k-m<sup>2</sup>  
rakennus- 1,45 kmm<sup>2</sup>/eam<sup>2</sup>  
oikeuteen 1,23 kmm<sup>2</sup>/k-m<sup>2</sup>

	Rakennusala 0,10 ap/piha		Rakennusala 0,15 ap/piha		Rakennusala 0,20 ap/piha		Rakennusala 0,25 ap/piha		Rakennusala 0,30 ap/piha		Rakennusala 0,35 ap/piha		Rakennusala 0,40 ap/piha		Rakennusala 0,45 ap/piha		Rakennusala 0,50 ap/piha		Rakennusala 0,55 ap/piha	
Tontitehokk.	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs	ap/piha	krs
0,40	0,13	5	0,14	3	0,15	2	0,16	2	0,17	2	0,18	1	0,20	1	0,22	1	0,24	1	0,27	1
0,45	0,15	6	0,16	4	0,17	3	0,18	2	0,19	2	0,21	2	0,23	1	0,25	1	0,27	1	0,30	1
0,50	0,17	6	0,18	4	0,19	3	0,20	2	0,21	2	0,23	2	0,25	2	0,27	1	0,30	1	0,33	1
0,55	0,19	7	0,19	5	0,21	3	0,22	3	0,24	2	0,25	2	0,28	2	0,30	2	0,33	1	0,37	1
0,60	0,20	7	0,21	5	0,23	4	0,24	3	0,26	2	0,28	2	0,30	2	0,33	2	0,36	1	0,40	1
0,65	0,22	8	0,23	5	0,24	4	0,26	3	0,28	3	0,30	2	0,33	2	0,35	2	0,39	2	0,43	1
0,70	0,23	9	0,25	6	0,26	4	0,28	3	0,30	3	0,32	2	0,35	2	0,38	2	0,42	2	0,47	2
0,75	0,25	9	0,26	6	0,28	5	0,29	4	0,32	3	0,35	3	0,38	2	0,41	2	0,45	2	0,50	2
0,80	0,27	10	0,28	7	0,29	5	0,31	4	0,34	3	0,37	3	0,40	2	0,44	2	0,48	2	0,53	2
0,85	0,28	10	0,30	7	0,31	5	0,33	5	0,36	3	0,39	3	0,43	3	0,46	2	0,51	2	0,57	2
0,90	0,30	11	0,32	7	0,34	6	0,36	4	0,39	4	0,42	3	0,45	3	0,49	2	0,54	2	0,60	2
0,95	0,32	12	0,34	8	0,36	6	0,38	5	0,41	4	0,44	3	0,48	3	0,52	3	0,57	2	0,63	2
1,00	0,33	12	0,35	8	0,38	6	0,40	5	0,43	4	0,46	4	0,50	3	0,55	3	0,60	2	0,67	2
1,05	0,35	13	0,37	9	0,39	6	0,42	5	0,45	4	0,48	4	0,53	3	0,57	3	0,63	3	0,70	2
1,10	0,37	14	0,39	9	0,41	7	0,43	6	0,47	5	0,51	4	0,55	4	0,60	3	0,66	3	0,73	2
1,15	0,38	14	0,41	9	0,43	7	0,46	6	0,49	5	0,53	4	0,58	4	0,63	3	0,69	3	0,77	3
1,20	0,40	15	0,42	10	0,45	7	0,48	6	0,51	5	0,55	4	0,60	4	0,65	3	0,72	3	0,80	3
1,25	0,42	15	0,44	10	0,47	8	0,50	6	0,54	5	0,58	4	0,63	4	0,68	3	0,75	3	0,83	3
1,30	0,43	16	0,46	11	0,49	8	0,52	6	0,56	5	0,60	5	0,65	4	0,71	4	0,76	3	0,87	3
1,35	0,45	17	0,48	11	0,51	8	0,54	7	0,58	6	0,62	5	0,68	4	0,74	4	0,81	3	0,90	3
1,40	0,47	17	0,49	12	0,53	9	0,56	7	0,60	6	0,65	5	0,70	4	0,76	4	0,84	3	0,93	3
1,45	0,48	18	0,51	12	0,54	9	0,58	7	0,62	6	0,67	5	0,73	4	0,79	4	0,87	4	0,97	3
1,50	0,50	18	0,53	12	0,56	9	0,60	7	0,64	6	0,69	5	0,75	5	0,82	4	0,90	4	1,00	3
1,55	0,52	19	0,55	13	0,58	10	0,62	8	0,66	6	0,72	5	0,78	5	0,85	4	0,93	4	1,03	3
1,60	0,53	20	0,56	13	0,60	10	0,64	8	0,69	7	0,74	6	0,80	5	0,87	4	0,96	4	1,07	4
1,65	0,55	20	0,58	14	0,62	10	0,66	8	0,71	7	0,76	6	0,83	5	0,90	5	0,99	4	1,10	4
1,70	0,57	21	0,60	14	0,64	10	0,68	8	0,73	7	0,78	6	0,85	5	0,93	5	1,02	4	1,13	4
1,75	0,58	22	0,62	14	0,66	11	0,70	9	0,75	7	0,81	6	0,88	5	0,95	5	1,05	4	1,17	4
1,80	0,60	22	0,64	15	0,68	11	0,72	9	0,77	7	0,83	6	0,90	6	0,98	5	1,08	4	1,20	4
1,85	0,62	23	0,65	15	0,69	11	0,74	9	0,79	8	0,85	7	0,93	6	1,01	5	1,11	5	1,23	4
1,90	0,63	23	0,67	16	0,71	12	0,76	9	0,81	8	0,88	7	0,95	6	1,04	5	1,14	5	1,27	4
1,95	0,65	24	0,69	16	0,73	12	0,78	10	0,84	8	0,90	7	0,98	6	1,06	5	1,17	5	1,30	4
2,00	0,67	25	0,71	16	0,75	12	0,80	10	0,86	8	0,92	7	1,00	6	1,09	5	1,20	5	1,33	4
2,05	0,68	25	0,72	17	0,77	13	0,82	10	0,88	8	0,95	7	1,03	6	1,12	6	1,23	5	1,37	5
2,10	0,70	26	0,74	17	0,79	13	0,84	10	0,90	9	0,97	7	1,05	6	1,15	6	1,26	5	1,40	5
2,15	0,72	26	0,76	18	0,81	13	0,86	11	0,92	9	0,99	8	1,08	7	1,17	6	1,29	5	1,43	5
2,20	0,73	27	0,78	18	0,83	14	0,88	11	0,94	9	1,02	8	1,10	7	1,20	6	1,32	5	1,47	5
2,25	0,75	28	0,79	18	0,84	14	0,90	11	0,96	9	1,04	8	1,13	7	1,23	6	1,35	6	1,50	5
2,30	0,77	28	0,81	19	0,86	14	0,92	11	0,99	9	1,06	8	1,15	7	1,25	6	1,38	6	1,53	5
2,35	0,78	29	0,83	19	0,88	14	0,94	12	1,01	10	1,08	8	1,18	7	1,28	6	1,41	6	1,57	5
2,40	0,80	30	0,85	20	0,90	15	0,96	12	1,03	10	1,11	8	1,20	7	1,31	7	1,44	6	1,60	5

VÄRIMERKITYKSET

KERROSLUKU (tontitehokkuuden ja rakennusalan funktio)  
aliraja  
yliraja

AUTOPAIKKOJEN VIEMÄ TILA PIHASTA = ap/piha  
keltainen >  
punainen >

Taulukossa vihreällä on edelleen merkitty kerrokset 3-8. Autopaikkojen tila on merkitty keltaisella jos se on 40 %...100 % rakennuksen ulkopuolella olevasta pihasta, ja punaisella sen ollessa yli 100 % pihasta. Punaisella ympyrällä on merkitty toteutuneita suunnitteluratkaisuja pääkaupunkiseudulla. Taulukon tulkinnan lähtökohdaksi on otettu, että kun autopaikat vievät alle 40 % piha-alueesta, pysäköinti on teoriassa mahdollista toteuttaa helppona maantasoisena ratkaisuna, edellyttäen, että liikennealue on rajattu esimerkiksi asuinrakennuksella muusta oleskelualueesta. Optimaalisin alue on merkitty taulukkoon sinisellä rajauksella. Kun autopaikkanormi on 1 ap / 100 k-m<sup>2</sup> ja yhden autopaikan viemä tila liikennealueineen on 30 m<sup>2</sup>, voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

- Jotta pysäköinti voidaan toteuttaa omalla tontilla kokonaan maanpäällisenä,
  - Rakennustehokkuuden on oltava alle 1,0
    - Tällöin rakennusalan on oltava alle 25 % (vastaa kerroslukua 5 tai suurempi)
  - Rakennusalan on oltava alle 35 %



- Tällöin rakennustehokkuus on oltava noin 0,85 (vastaa kerroslukua 3)
- Tonttitehokkuuden matemaattinen maksimi on tilanne jossa rakennusala on nol-la. Tällöin autopaikkojen osuus tontista riippuu ainoastaan tonttitehokkuudesta, autopaikkanormista ja autopaikkojen viemästä tilasta.

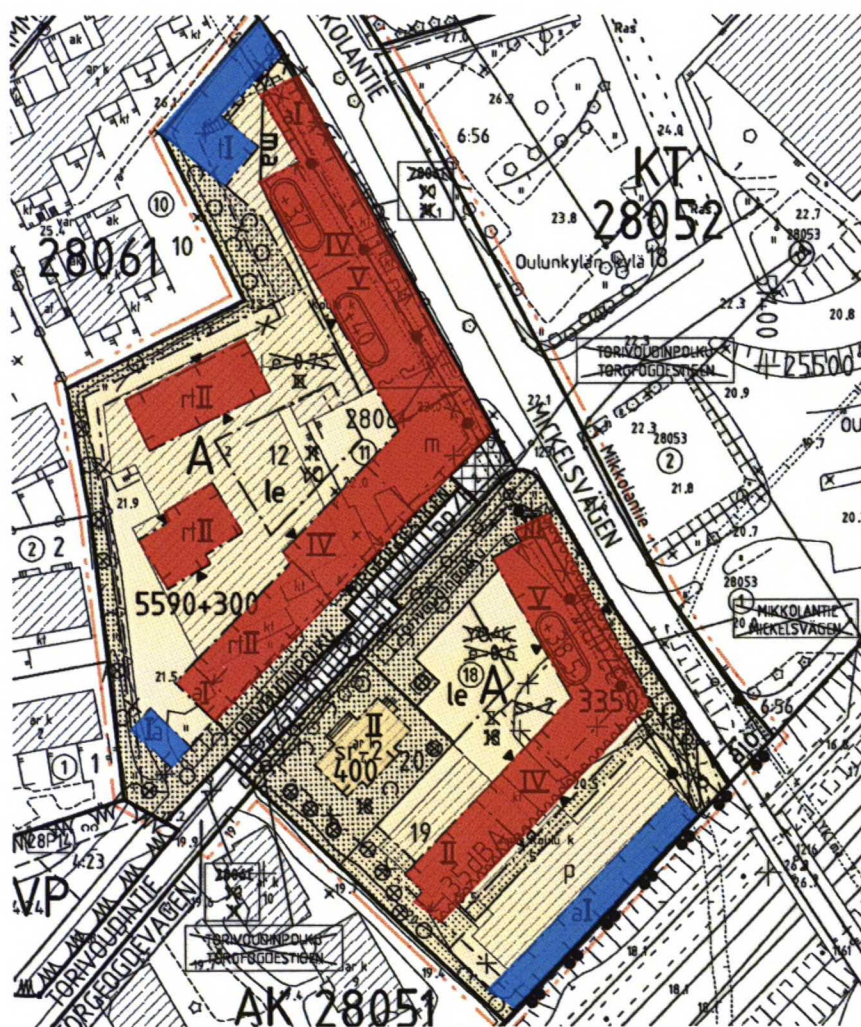
Toteutuneiden suunnitteluratkaisujen tunnusluvut – rakennustehokkuus ja rakennusala – ovat korttelikohtaisia, koska usein tonttialat ovat jakautuneet epätasaisesti saman korttelin yksittäisille hankkeille. Tästä johtuen autopaikkoja joudutaan usein sijoittamaan raitteihin tai yhteisjärjestelysopimuksin viereisille tonteille. Kortteleista 40 %:ssa (8/20) pysäköinti olisi rakennustehokkuuden ja rakennusalan puolesta mahdollista toteuttaa omalla korttelilla maantasoisesti.

Sopivasta rakennustehokkuudesta ja rakennusosalasta huolimatta tontille ei aina voida toteuttaa maantasopaikoitusta. Pysäköintialue ei mahdu pienelle tontin osalle. Jos autopaikat vievät pihasta kuitenkin alle 40 %, on kyse piha-alueen epäsovivasta jakautumisesta tontin sisällä. Edellä mainituista 8 kohteesta 3:ssa suunnitteluratkaisuna oli maantasopysäköinti, neljässä autohalli omalla tontilla ja yhdessä keskitetty pysäköintitalo. Kohteissa, joissa pysäköintiä ei ollut suunniteltu maantasoisena, oli asemakaavassa maininta joko maanalaisesta autopaikkojen rakennusosalasta, tai mahdollisuudesta käyttää viereistä LPA-tonttia pysäköintialueena. Kuitenkaan missään näissä asemakaavoissa pysäköintiala- tai toteuttamistapa ei ollut annettu velvoittavana, jolloin teoriassa kaikkiin näihin olisi voitu suunnitella maantasopysäköinti niin, ettei se olisi ollut asemakaavan vastainen.

Tarkastellaan seuraavaksi näiden viiden kohteen osalta tarkemmin miksi pysäköintiä ei järjestetty maantasoisena, vaikka se rakennustehokkuuden, rakennusalan ja asemakaavamääräysten puolesta olisi ollut mahdollista. Pienimmän autopaikka-ala/piha-ala – suhteella (0,18) olevan kohteen piha-alueesta valtaosa oli asemakaavassa määrätty jätettävän luonnontilaiseksi. Näin ollen tontin hyödyntämisen kannalta tonttitehokkuus ei kuvaa tässä tapauksessa todellista tilannetta. Toisen hankkeen tapauksessa tontti oli mäkinen ja kallioinen, ja pysäköintiala olisi suunnitteluratkaisusta riippuen täytynyt louhia, ja esimerkiksi maantasopaikoituksesta olisi tullut suhteellisesti kallis. Näin ollen on voitu ajatella, että pysäköinnin muuttaminen autohalliksi tuo suhteellisesti pienemmän kustannuslisän suhteessa lopputuloksen laatuparannukseen. Toisaalta rakenteellinen pysäköinti on myös ajateltu sopivan tässä tapauksessa hankkeen asiakaskohderyhmälle avoipaikoitusta paremmin. Tämän tyyppisessä tilanteessa olisi hyvä tutkia autohallin pienentämistä ja autopaikkojen osittaista korvaamista avopaikoituksella, jolloin hankkeen asiakaskohderyhmällä tulee enemmän valinnanvaraa valita itselleen sopivan tyyppinen ja hintainen autopaikka.



Kahdessa hankkeessa asemakaavan rakennusalat asuinrakennuksille oli aseteltu tontille niin, ettei maantasopaikoitusta olisi saanut järkevästi soviteltua tontille. Toinen kohteista on kuvan 11 ylempi korttelinosa, josta nähdään, ettei annettujen rakennusalojen väliin saa pysäköintialuetta mahdutettua niin, että tontille jäisi myös viihtyisää piha-aluetta. Pysäköinti toteutettiin osittain maantasoisesti, mutta myös rakennuksen alapuolisella haastavalla kellaripysäköinnillä. Alempi korttelinosa on kaavoitettu lähes samalla tontitehokkuudella ja rakennusosalalla kuin ylempi, mutta pysäköintiratkaisuksi on riittänyt maantasopysäköinti. Tämä on mahdollistettu rajaamalla pitkällä rakennusmassalla pysäköintialue muusta piha-alueesta.



Kuva 11: Asemakaava kahdesta korttelinosasta, joissa kaksi eri rakennusmassoitteua on johtanut kahteen eri pysäköintiratkaisuun. Punaisella on merkitty asuinrakennukset ja sinisellä autokatokset (aI) ja talousrakennus (tI). Alemmassa korttelinosassa rakennusmassalla on onnistuttu rajaamaan maanpäällinen pysäköintialue muusta piha-alueesta. Ylemmässä korttelinosassa autopaidat on jouduttu sijoittamaan osittain maanalaisesti.

Toinen tapaus, jossa rakennusmassoitteu ei mahdollistanut maantasopysäköintiä, on kuvan 4 tilanne, jossa kolme pistetaloa on asetettu peräkkäin. Tämä on aina hankala ratkaisu maantasopaikoituksen kannalta, koska pihalle ei jää pysäköinnille tarpeeksi suurta



ja erillistä aluetta. Toisaalta kyseisessä tapauksessa viereinen LPA-tontti ja siihen rakennettava pysäköintitalo olivat kaavoitusvaiheessa selkeästi suunniteltu tontin käyttöön. Vaikka asemakaavasta puuttuu määräys sen käyttämisestä, on myös mahdollista, että tontinluovutus- tai muut ehdot eivät mahdollista oman tontin maantasopysäköintiä. Näillä rakennustehokkuuksilla ja -korkeuksilla olisi kuitenkin aina tutkittava maantasopysäköinnin mahdollisuus pysäköintiratkaisuna. Tämä tapahtuu massoittelemalla rakennukset niin, että esimerkiksi autokatokset mahtuvat omiksi erillisiksi alueiksi tontille. Autopaikkojen käytön kannalta autokatokset voivat olla jopa parempia ratkaisuja kuin erillään olevat keskitetyt ja rakennusteknisesti avoimet pysäköintitalot.

Viides hanke, jossa suunnitteluratkaisuna ei ollut maantasopysäköinti, ei lopulta lähtenyt maanalaisen autohallin suunnitelmilla rakenteille, vaan se vaihdettiin maantasoratkaisuksi. Asemakaavassa oli annettu maanalaisen autohallin rakennusala, mutta ei velvoittavana. Maantasoratkaisu vaati rakennusmassojen pientä siirtoa, mutta oli mahdollista, koska asemakaavassa ei määritetty myöskään rakennusaloja.

### 4.3. Tonttitehokkuuden, pysäköintinormin ja autopaikka-tehokkuuden riippuvuus

Tarkastellaan seuraavassa tarkemmin edellä esiteltyä autopaikkojen viemää tilaa pihasta, joka on riippumaton neliömääräisestä projektilaajuudesta. Autopaikkaosuus rakennusalan ulkopuolisesta alasta riippuu tonttitehokkuudesta, autopaikkannormista, yhden autopaikan viemästä tilasta, sekä kerrosluvusta tai rakennusalan suhteesta tonttiin. Riippuvuutta voidaan edellä esitellyn kaavion sijaan kuvata seuraavalla kaavalla:

$$z = \frac{c * e}{b * (1 - h)} \quad \text{Kaava (2)}$$

Jos rakennusalan sijasta halutaan käyttää kerroslukua, muuttuu kaava seuraavanlaiseksi:

$$z = \frac{c * e}{b * (1 - \frac{e * n}{m})} \quad \text{Kaava (3)}$$

Kaavoissa: z = autopaikkojen viemä tila pihasta, eli rakennusalan ulkopuolelta [ % ]  
c = autopaikkatehokkuus, eli yhden autopaikan viemä tila [m<sup>2</sup>/ap]  
e = tonttitehokkuus, eli rakennusoikeuden suhde tontin alaan [ % ]  
b = 1 / kerrosneliöperusteinen pysäköintinormi [m<sup>2</sup>/ap]  
h = rakennusala / tontin ala [ % ]  
m = rakennuksen kerrosluku [ - ]

n = lisäys kaavanmukaiseen rakennusoikeuteen todellisesta bruttoalasta [ % ]

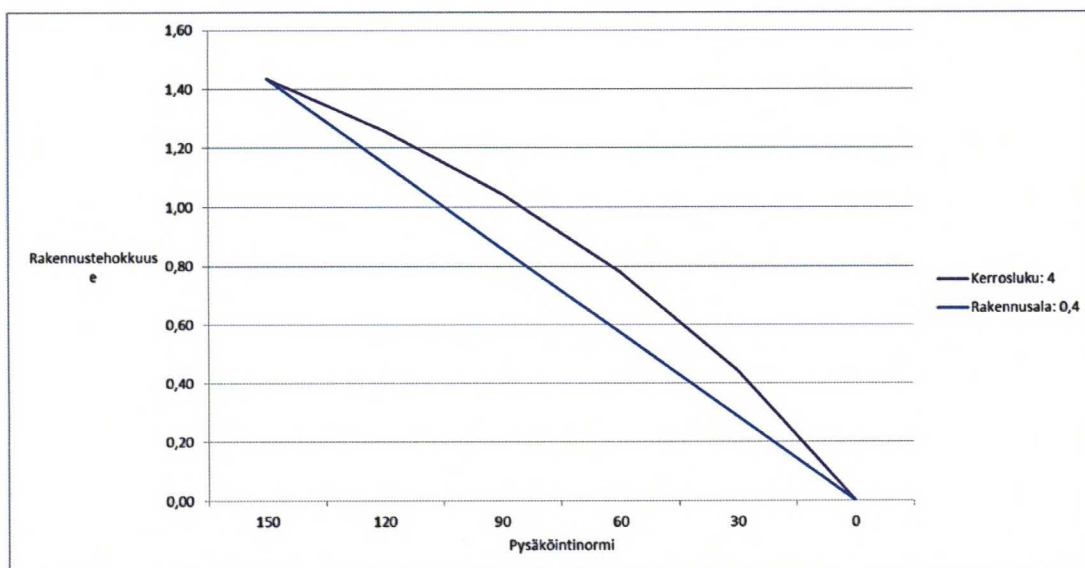
Kaavojen johtaminen on esitetty liitteessä 1.

Suhdelukua  $z$  voi tulkita seuraavanlaisesti: Kun  $z$  on 1,0 tai vähemmän, mahtuu pysäköintipaikat – esimerkiksi pysäköintihalli – omalle tontille, ilman että niitä tarvitsee sijoittaa varsinaisen rakennuksen rungon alle. Käytännössä tällaista tulkintaa ei voida tehdä, koska tonttiolosuhteet ja monet muut tekijät määräävät pysäköintiratkaisun rakennuksen rungon alle aikaisemmin kuin teoreettinen tilanne. Tavanomaisissa asuntoprojekteissa  $z$  on harvoin yli 1,0, mutta pysäköintihalli on sijoitettu varsin usein osittain rakennuksen rungon alle. Lukua  $z$  voi kuitenkin pitää eräänlaisena autopaikoituksen tiheysparametrina, joka ottaa tontin alan lisäksi huomioon rakennuksen viemän osuuden tontista. Mitä suurempi  $z$  on, sitä haastavampaa on pysäköinnin sijoittaminen omalle tontille. Parametria voisi vielä parantaa lisäämällä kaavaan muuttujan, joka kertoisi kuinka suuri osuus tontista ylipäättään voidaan hyödyntää pysäköintihallin rakentamisessa.

Kaavasta voidaan myös päätellä eri muuttujien merkitys pysäköinnin tilan käytölle. Suoria johtopäätöksiä eri muuttujien arvoista on vaikea esittää, koska kaavassa on neljä muuttujaa. Nähdään kuitenkin, että autopaikkatehokkuus ja pysäköintinormi ovat suoraan verrannollisia autopaikoituksen haastavuudelle ja niillä on keskenään tähän yhtä suuri vaikutus. Jos pysäköintinormi suurenee 25 %  $1/100 \text{ ap/k-m}^2$ :sta  $1/80 \text{ ap/k-m}^2$ :een, se voidaan korvata parantamalla autopaikkatehokkuutta 25 %, esimerkiksi  $30 \text{ m}^2/\text{ap}$ :sta  $24 \text{ m}^2/\text{ap}$ , tai pienentämällä tonttitehokkuutta 25 %, esimerkiksi 1,5:stä 1,2:een.

Pysäköintinormin vaikutusta voidaan myös arvioida rakennustehokkuuden kautta tarkastelemalla mitä pysäköintinormin muuttuminen vastaisi rakennustehokkuuden muutoksessa jos autopaikoituksen sijoitus halutaan muuten säilyttää samana. Käytännössä tämä tapahtuu kiinnittämällä autopaikkojen tiheysparametri jollain arvolla muiden muuttujien tavoin. Käytettäessä kaavaa (2) myös rakennusala säilyy samana. Tällöin edellisen esimerkin tavoin rakennusoikeus muuttuu lineaarisesti samassa suhteessa pysäköintinormin kanssa. Käytettäessä kaavaa (3) rakennusalan sijasta kerrosluku säilyy samana. Tällöin muutos ei kuitenkaan ole lineaarinen vaan pysäköintinormin suurentuessa rakennusoikeus pienenee vähemmän (kuva 12). Kaavoista voidaan siis laskea kuinka paljon tehokkaampaa on pienentää rakennusala kerrosluvun sijasta.





Kuva 12: Lähtöarvona rakennustehokkuus 1,43, pysäköintinormi 1 ap / 150 k-m<sup>2</sup>, autopaikkatehokkuus 35 m<sup>2</sup>/ap ja kerros-luku 4. Käyrät kuvaavat rakennusoikeuden muutosta eri pysäköintinormeilla kerros-luvun tai rakennusalan säilyessä samana.

#### 4.4. Autopaikkatiheyden vaikutus pysäköintiratkaisuun

Seuraavassa testataan edellä määritettyä autopaikkatiheyden parametria toteutuneilla hankkeilla tarkemmin kuin kappaleessa 4.2. Aiemmin tarkasteltiin ainoastaan tonttitehokkuutta ja rakennus-alaa, sekä näiden mahdollistamaa maantasopysäköintiä. Tässä tarkastelussa otetaan myös huomioon hankkeiden autopaikkanormi ja autopaikkatehokkuus, ja siten todellinen autopaikkatiheys. Tällä tavoin yritetään selvittää onko autopaikkatiheydellä korrelaatiota pysäköintiratkaisun haastavuuteen. Tarkasteluun on otettu taulukon 2 kohteista ne 14 hanketta tai aluehanketta, joissa pysäköinti on järjestetty omalla tontilla. Taulukosta on jäänyt pois 4 erillisen keskitetyn pysäköintitalon hanketta tai aluehanketta, sekä 2 hanketta, joista ei ole olemassa toteutussuunnitelmia ja siten kustannusarviota.

Toteutuneita pysäköintiratkaisuja on haastavaa verrata keskenään, koska ratkaisuihin vaikuttavat useat eri tekijät. Pysäköinnin rakennuskustannukset ovat muuten hyvä tapa verrata projekteja keskenään, mutta kustannuksiin vaikuttavat vertailtavien tekijöiden lisäksi myös esimerkiksi asemakaavassa esitetty pysäköinnin rakennuspaikka- ja tapa sekä paikalliset tonttiolosuhteet. Tapa, jolla pysäköinti on toteutettu, on kustannuksia objektiivisempi vertailukohde, koska rakennusolosuhteet vaikuttavat vähemmän pysäköintiratkaisuvertailuun kuin kustannusvertailuun. Vertailussa esitetyt pysäköintikustannukset ovat verottomia rakennuskustannuksia, eivätkä ne siten kerro todellisia omakustannushintoja, vaan ovat ainoastaan vertailukelpoisia keskenään. Kustannusten lisäksi projektit jaetaan vertailua varten 5 eri pysäköintiratkaisutapaan, jotka kertovat objektiivisemmin ratkaisun haastavuuden. Värit kuvaavat pysäköintiratkaisua seuraavasti:

- Maantasopysäköinti
- Autohalli, maanpäällä, rungon ulkopuolella
- Autohalli, maanpäällä, kokonaan tai osittain rungon sisäpuolella
- Autohalli, maanalainen, rungon ulkopuolella
- Autohalli, maanalainen, kokonaan tai osittain rungon sisäpuolella

Seuraavissa kaavioissa autopaikkatiheys – eli autopaikoituksen laskennallinen osuus pihasta – on x-akselilla ja kustannus autopaikkaa kohden y-akselilla. Lisäksi projektit ovat merkitty eri väreillä pysäköintiratkaisun mukaan. Rakenteellisen pysäköinnin projekteissa saattaa olla myös lisäksi maantasopysäköintiä, mikä laskee autopaikkakohtaista pysäköintikustannusta. Siten kaavioista ei voida tehdä suuria johtopäätöksiä pysäköintikustannusten ja pysäköintiratkaisujen välille. Kaavioista on siis haettava tulkintaa x-akselin ja eri värien välisistä riippuvuuksista, tai x- ja y-akselien välisistä riippuvuuksista, mutta ei y-akselin ja eri värien välisistä riippuvuuksista.

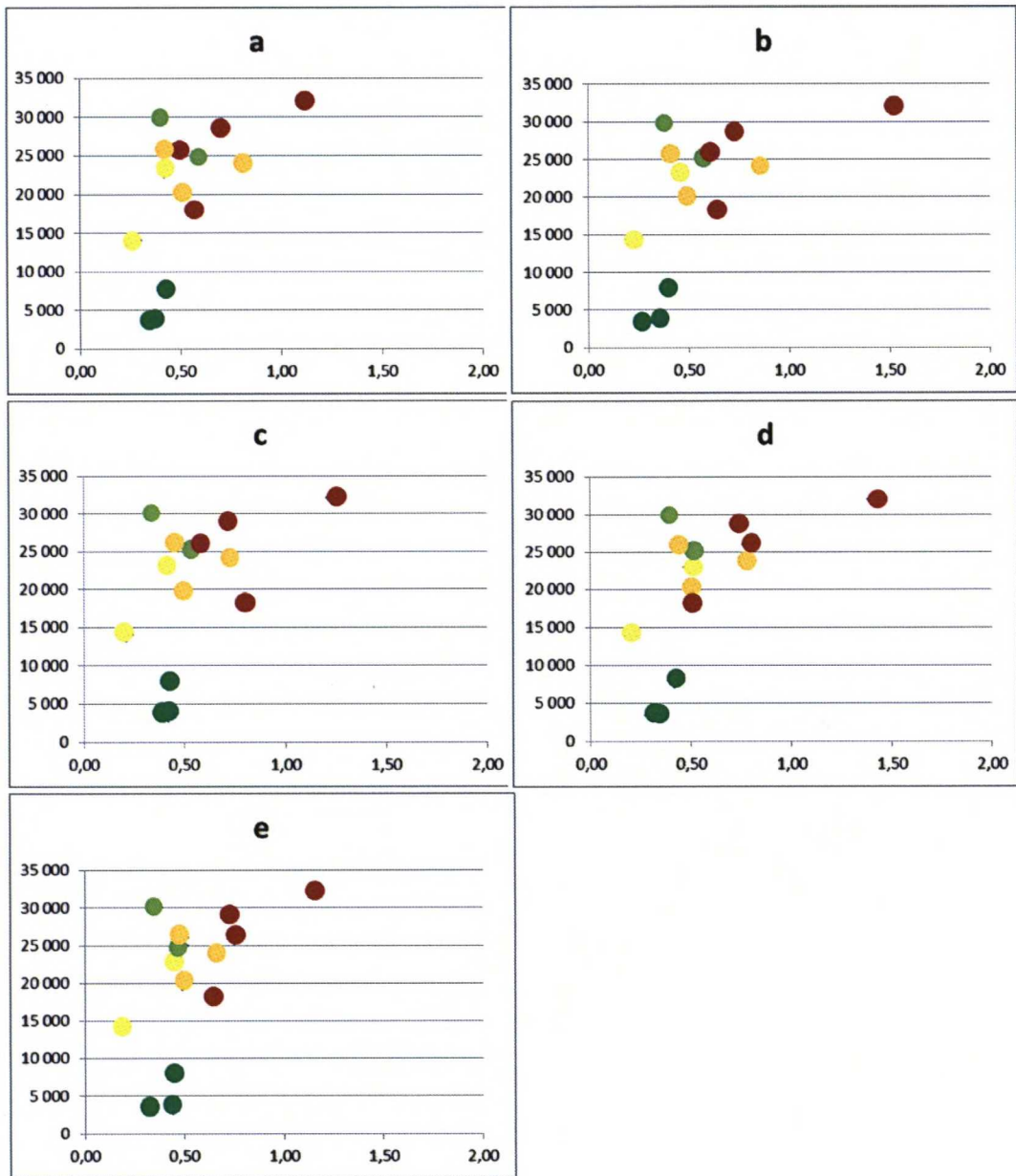
Kuvassa 13.a projektit ovat ainoastaan tonttitehokkuudesta riippuvassa järjestyksessä. Muita muuttujia – rakennusala, pysäköintinormia ja autopaikkatehokkuutta – ei oteta huomioon. A-kuvaajan x-akselin autopaikkatiheydestä saadaan tonttitehokkuus kertomalla arvot 2,0:lla. Kaaviosta on nähtävillä selkeä tonttitehokkuuden ja autopaikoituksen kustannusriippuvuus siten, että tonttitehokkuudella noin 1,5 (x-akseli 0,75) kustannukset ovat olleet jokaisessa projektissa kohtalaisen suuret. Objektiivisemmän vertailukohdan, eli pysäköintiratkaisutavan riippuvuus tonttitehokkuudesta ei ole niin selkeä.

Kuvassa 13.b tonttitehokkuuden lisäksi myös rakennusala on otettu huomioon laskettaessa autopaikkatiheyttä. Erilaiset pysäköintiratkaisutavat erottautuvat toisistaan hieman paremmin.

Kaaviossa 13.c ei oteta huomioon autopaikkatehokkuutta ja kaaviossa 13.d ei oteta huomioon pysäköintinormia. Nähdään, että autopaikkatehokkuudesta riippumaton autopaikkatiheyden hajonta on suurempi kuin pysäköintinormista riippumaton, vaikka molemmat vaikuttavat autopaikkatiheyteen yhtä paljon. Siten voidaan päätellä, että käytännön projekteissa autopaikkatehokkuudella on suurempi vaikutus pysäköinnin haastavuuteen. Tämä johtuu siitä, että pysäköintinormin riippuvuus tonttitehokkuudesta on selkeä: Aineiston mukaan keskimäärin mitä suurempi rakennusoikeus, sitä pienemmän pysäköintinormin kunnat asettavat.

Kaaviossa 13.e on otettu huomioon kaikki autopaikkatiheyteen riippuvat tekijät: tonttitehokkuus, rakennusala, pysäköintinormi ja autopaikkatehokkuus. Erilaiset pysäköintiratkaisut erottuvat toisistaan selvemmin kuin a-tapauksessa, jossa ainoastaan tonttitehokkuus oli otettu huomioon.





Kuva 13: Vaaka-akselilla on autopaikkatiheys, pystyakselilla veroton rakennuskustannus, ja värit kuvaavat eri suunnitteluratkaisuja. Autopaikkatiheys riippuu a) tonttitehokkuudesta b) tonttitehokkuudesta ja rakennusalasta c) tonttitehokkuudesta, rakennusalasta ja pysäköintinormista d) tonttitehokkuudesta, rakennusalasta ja autopaikkatehokkuudesta e) tonttitehokkuudesta, rakennusalasta, pysäköintinormista ja autopaikkatehokkuudesta.

Erilaisille tonttitehokkuuden tai autopaikkatiheyden arvoille voidaan teoriassa antaa erilaisia maksimi-arvoja joilla tietty lopputulos voidaan saavuttaa. Esimerkiksi maantasopysäköinnille suurin autopaikkatiheys on aineiston mukaan noin 0,45 (toisin kuin luvun 4.2 alkuoletus 0,40) ja tiheyden ollessa yli 0,65 on vaikea välttää maanalaista ja rungon sisäpuolista pysäköintiä. Kaavioista on myös nähtävissä, että useat muut tekijät voivat heikentää pysäköinnin toteutusta. Tämä näkyy siinä, että aineistossa on paljon pienillä autopaikkatiheyden arvoilla tehtyjä vaikeita tai kalliita ratkaisuja, jotka johtuvat

esimerkiksi rakennuspaikkamääräyksistä tai pysäköinnille epäedullisista rakennusten massoitteluista. Aineisto täytyisi kerätä mahdollisimman kaavaneutraaleista projekteista, ja samaan aikaan otantaa täytyisi suurentaa huomattavasti, jotta autopaikkatiheyden parametrin arvoista voitaisiin tehdä enemmän johtopäätöksiä.

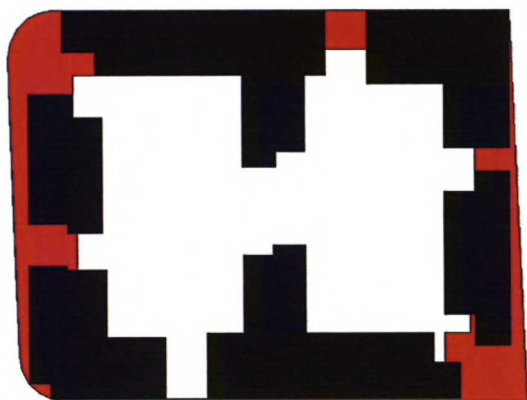
Kaavoitus- ja maanhankintavaiheessa projektiaihiota arvioidaan useiden epämääräisten alkutekijöiden avulla. Tonttitehokkuuden, kerrosluvun ja rakennusoikeuden hinnan lisäksi projektin arviointiin voitaisiin käyttää autopaikkatiheyden parametria yhtenä suuntaa-antavana lukuna. Jos rakennuspaikalla ei ole asemakaavaa, autopaikkatiheyttä laskettaessa olisi arvioitava pysäköintinormi ja autopaikkatehokkuus. Pysäköintinormia voi arvioida kunnan kaavoituspolitiikan kautta, mutta autopaikkatehokkuus – jolla on edellisen kuvasarjan mukaisesti kohtalaisen suuri merkitys pysäköintiratkaisuun – varmistuu vasta rakennussuunnitteluvaiheessa. Ilman rakennusaloja voidaan laskennassa käyttää keskimääräistä  $30 \text{ m}^2/\text{ap}$  -arvoa. Jos rakennusaloja on luonnosteltu tontille, voidaan rakennusmassan alle menevien paikkojen osalta heikentää keskimääräistä tehokkuutta, samoin epäsäännöllisten ja esimerkiksi asuinrakennuksilla rajattujen autopaikka-alueiden osalta. Autopaikkatehokkuutta parantavat 17–18 metriä leveät suorakulmaiset alueet, sekä vähäinen korkeusero, mikä vähentää rakenteellisen ajoluiskan määrää.

Tietyissä tilanteissa tällä yksinkertaisella parametrilla voisi saada jo aikaisessa suunnitteluvaiheessa tiedon autopaikkojen sijoittamisen ongelmista. Vantaan Tikkurilassa on kortteli, jonka reunoille kaavoitettiin rakennusmassat ja keskelle maanalainen pysäköinti. Jos ajatellaan kaavaluonnosvaihetta, jolloin tiedossa oli rakennusten massoitte-  
lun lisäksi pysäköintinormi, olisi voitu keskimääräisellä  $30 \text{ m}^2/\text{ap}$  autopaikkatehokkuudella laskea  $1,23:n$  autopaikkatiheys. Tämän mukaan autopaikkojen viemä tila pihasta on 123 %, eli autopaikoista 19 % on rakennusmassojen sisäpuolella ( $1 - 1/1,23$ ). Toteutuneessa suunnitelmassa 43 % autopaikoista sijoitettiin rakennusten rungon alle autopaikkatehokkuuden ollessa  $28,2 \text{ m}^2/\text{ap}$ . Koska rakennusalan ulkopuolella oli näin ollen 57 % autopaikoista, vastaa tämä  $1,75$  autopaikkatiheyttä ( $1/0,57$ ). Asemakaavaa laadittaessa oli toki tiedossa rakennusalan ulkopuolisen alan olevan riittämätön autohallille, koska kaavaslostuksen mukaan autopaikat on suunniteltu sijoitettavan osittain rakennusten alle. Tästä huolimatta rakennussuunnittelun luonnosvaiheessa autopaikkojen mahdolluttaminen tontille oli erittäin haasteellista. Autopaikkoja jouduttiin pilkkomaan muutaman paikan ryhmiin ja viemään niitä näin rakennusten alle. Lopputuloksena hallirakenteesta muodostui erittäin monimutkainen ja haastava.

Autopaikkatiheyden parametria vääristävät tontin osat, jotka eivät ole hyödynnettävissä pysäköintiin. Esimerkkikohteen asemakaavassa tämä on kohtalaisen vähäinen osa tontista, koska rakennukset ovat sijoitettu pääasiassa tontin rajoille. Kuvassa 14 on nähtävissä 11 % osa tontista, johon asemakaavan massoitte-  
lulla ei voida järjestää pysäköintiä. Toisin sanoen jos pysäköinti pystyttäisiin järjestämään myös kuvan punaiselle osalle, olisi 19 % autopaikoista jouduttu sijoittamaan rakennusten alle.  $11 \text{ } \%$ :n ”tonttihukka”,



mikä voidaan ajatella olevan lähellä teoreettista minimiä, aiheutti autopaikkatiheyden nousun 1,23:sta 1,75:een. Tämä selittää edellä esitellyn aineiston tuloksen, jonka mukaan noin 0,65 autopaikkatiheys aiheuttaa rakennusmassojen alapuolista pysäköintiä.



**Kuva 14: Vantaan Tikkurilan asuinkortteli, jossa mustalla rakennusala ja punaisella pysäköintiin kelpaamaton pihan ala (11 % tontista).**

Jos yksittäisestä autopaikkatiheyden arvosta on vaikea saada tuntumaa, on se ennen kaikkea sovelias kahden eri rakennusmassoitteluvaihtoehdon vertailuun. Tällöin eri massoitteluvaihtoehdoista voidaan myös kuvan 14 mukaisesti ottaa huomioon tontin osat jotka eivät ole soveliaita pysäköintialueeksi.

## **5. Pysäköinnin vaakasuuntaisen asemoinnin vaikutus suunnitteluratkaisuun**

Diplomityön tutkimusongelmana oli selvittää pysäköintiratkaisun valintaan vaikuttavat tekijät. Jo tutkimuksen alustuksessa ja kirjallisuusselvityksessä kävi ilmi, että asemakaavalla on keskeinen vaikutus pysäköintiratkaisuun. Asemakaavoitus alkaa rakentamisen määrän, eli rakennusoikeuden asettamisesta, jonka vaikutusta pysäköintiratkaisuun selvitettiin tutkimusosan ensimmäisessä osassa luvussa 4. Samalla otettiin myös huomioon rakennusoikeuden jakautuminen tontilla, eli rakennusala, sekä autopaikkojen määrä ja koko. Kävi ilmi, että tietyillä rakennusoikeuden ja rakennusalan arvoilla pysäköinti voidaan toteuttaa maantasoisena. Tämä kuitenkin edellyttää rakennusten asettamista tontille niin, että autopaikoille jää oma erillinen riittävän suuri tila. Samalla huomattiin, että edellä mainituilla tekijöillä on vaikutusta myös rakenteellisen pysäköinnin toteutettavuuteen. Kun tätä toteutettavuutta selvitetään tarkemmin, on siirryttävä rakennusoikeuden, rakennusalan, autopaikkamäärän ja -koon tunnuslukupohjaisesta tarkastelusta käytännön rakennusmassoitteeluun. Rakennusmassoitteellulla tarkoitetaan rakennusmassojen sovittamista tontille ja ympäristöönsä, ja se on rakennusoikeuden asettamisen lisäksi toinen asemakaavoituksessa määräytyvä tärkeä suunnittelun reunaehto. Rakennusmassa käsittää rakennusalan ja rakennuksen korkeuden. Edellisessä luvussa aihetta jo sivuttiin muun muassa kuvien 11 ja 14 tapauksissa.

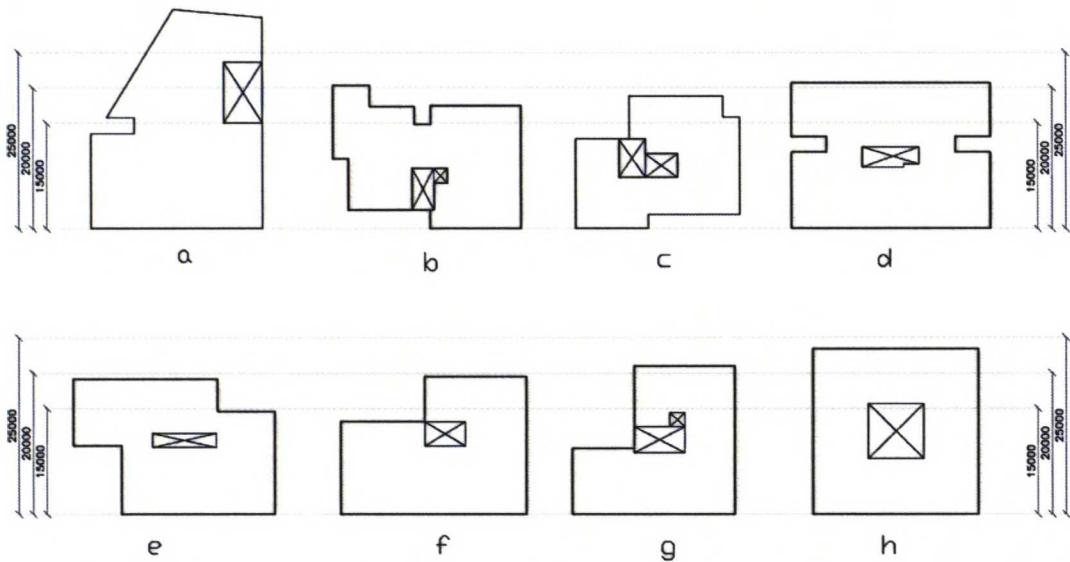
Selvitettäessä eri pysäköintiratkaisuja luvussa 3 omalla tontilla sijaitsevat rakenteelliset pysäköinnit jaettiin sen mukaan miten ne sijoituivat suhteessa asuinrakennukseen ja maanpintaan. Rakennusmassoitteelu määrää ensisijaisesti pysäköinnin sijainnin suhteessa asuinrakennukseen. Tämä luku käsittelee tätä asuinrakennusten ja pysäköintialueiden horisontaalista asemointia. Myöhemmin luvussa 6 tutkitaan vertikaaliseen asemointiin vaikuttavia tekijöitä.

### **5.1. Autohallin ja asuinrakennuksen rungon yhteensovittaminen – äärimmäisenä tapauksena kellaripysäköinti**

Luvussa 3 todettiin, että vertailuaineiston kaikista pysäköintiratkaisusta 12/46 (26 %) sijoituivat osittain tai kokonaan rakennusrunkon alle. Samoin selvittäessä erilaisia pysäköintiratkaisuja luvussa 3 todettiin, että näissä tapauksissa autopaikkatehokkuus kärsii asuinrakennuksen kantavien rakenteiden takia ja yläpuolella oleva asuntosuunnittelu vaikeutuu. Ennen varsinaiseen massoitteeluun siirtymistä on tutkittava tarkemmin tätä asuinrakennuksen ja rakenteellisen pysäköinnin yhteensovitusongelmaa. On siis palattava syihin, joiden vuoksi rakennusmassoitteelu on tärkeässä osassa pysäköintiratkaisun optimoinnissa.



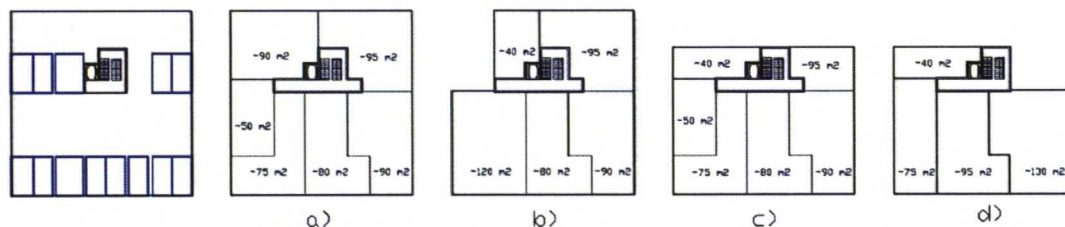
Autohallin ja asuinrakennuksen yhteensovittamista on helppo lähteä tutkimaan äärimmäisestä tapauksesta, eli kellaripysäköinnistä. Tämä on eräänlainen massoittelun nollaratkaisu, koska tällöin massoittelulla ei ole ollut mahdollisuutta luoda tontilta muuta tilaa pysäköinnille kuin asuinrakennuksen alta. Tutkittaessa erilaisia asuin kerrostalojen rakennustyyppejä voidaan todeta, että pistetalolla on pysäköintiin sopiva runkosyvyys. Pistetalon sivumitta on usein noin 15–25 metriä, kun pysäköintialueen leveys on 17–18 metriä. Kuvassa 15 on esitetty todellisia rakennusmassoitteluja pistetalolle. Nähdään, että keskellä rakennusta oleva porrashuone-hissi –yhdistelmä ei sovellu pysäköintiratkaisulle, koska keskellä rakennusta se on ajoväylän tiellä. Kahdeksasta pistetaloesimerkistä ainoastaan yhdessä (a) porrashuone-hissi on tarpeeksi sivulla, jotta pysäköintiruudun välissä oleva ajoväylä voidaan sijoittaa vapaaseen tilaan.



**Kuva 15:** Kahdeksan todellista pistetalon massaa, jotka runkosyvyytensä puolesta ovat sopivia pysäköintialueen 17–18 metriä leveälle alueelle. Toisaalta kaikissa paitsi a-kohteessa porrashuone ja hissi ovat pysäköintialueen ajoväylän tiellä.

Nähdään, että pistetalo soveltuu harvoin pysäköinnin sijoittamiseen kokonaisuudessaan rungon alle ilman sen erityistä huomioon ottamista. Seuraavassa kuvassa 16 on tehty luonnossarja kellaripysäköintiratkaisusta. Tavoitteena on tutkia mitä porrashuoneen siirto pois keskeltä rakennusta ajoväylän tieltä aiheuttaa asuntosuunnittelussa. Luonnossuunnittelun lähtökohdaksi on otettu rakennuksen vaipan ja kantavien rakenteiden - eli asuntojen välisten seinien - sovittaminen rakennuksen alla olevaan pysäköintialueeseen. Tavoitteena on porrashuoneen sijoittaminen ajoväylän ulkopuolelle ja kantavien linjojen sijoittaminen pysäköintiruudun päässä oleville pilarilinjoille. Näin ollen esimerkiksi kantavan linjan sijoittamista ajoväylän päälle pituussuunnalle yritetään välttää. Kantavien seinien sijoitteluun - eli asuntopohjien suunnitteluun - vaikuttaa myös sallitut jännevälit ja seinien merkitys rungon jäykistyksessä. Siten esimerkiksi nykyisellä käytössä olevalla 280–300 mm paikallavaletulla kahteen suuntaan kantavalla välipohjalla pääs-

tään noin 9 metrin jänneväliin. Seinien liiallinen korvaaminen pilareilla voi aiheuttaa riittämättömän rungon jäykistykseen.



**Kuva 16: Luonnos runkorakenteesta asuinrakennukselle, kun rungon alla on pysäköintihalli.**

Nämä tavoitteet johtavat syviin asuntopohjiin, koska porrashuoneesta toiselle ulkoseinälle on ajoväylän ja pysäköintiruudukon mittainen matka 13 metriä. Jotta asunnoista ei tule tarpeettoman suuria, on porraskäytävää levitettävä molempiin suuntiin leveyssuunnassa. Ensimmäisestä luonnoksesta a) voidaan nähdä seuraavat epätoivottavat asiat:

- Asuntojakauma on kohtuuttoman suuri
- Pimeä porrashuone keskellä rakennusta
- Pohjoiseen avautuvat suuret takahuoneistot
- Pitkät ja kapeat osat etuhuoneistoissa
- Yksinkertainen mutta energiatehokas rakennuksen neliömuoto on pihan kannalta haasteellinen sijoitettava tontille

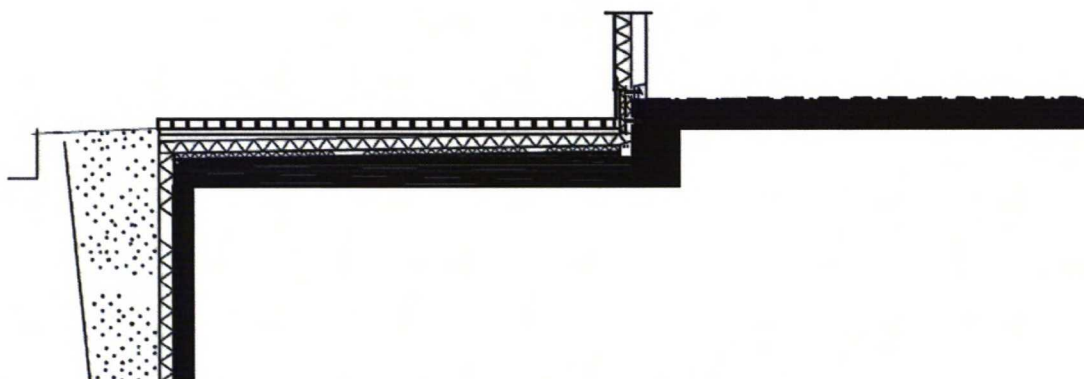
Luonnoksessa b) on päästy eroon pimeästä porrashuoneesta ja liian yksinkertaisesta rakennuksen muodosta poistamalla luoteisnurkka. Edelleen 95 m<sup>2</sup>:n asunto on lähtökohdaisesti liian suuri avautumaan huonommalle puolelle rakennusta eli pohjoispuolelle. Luonnokseen c) runkosyvyyyttä on kavennettu autohallin vastakkaiselta puolelta, jolloin asuntojakaumaan on myös saatu pieniä asuntoja avautumaan huonommalle puolelle rakennusta. Tällöin myös porraskuilu on saatu julkisivulle ja sitä kautta valoisaksi. Poistamalla luonnoksesta c) koillisnurkka luonnokseen d) saadaan rakennuksen muodolle vaihtelevuutta, mutta jos edelleen noudatetaan tiukasti pysäköintiruutujen moduuleja kantavien seinien sijoittelussa, on lopputuloksena yksi erittäin suuri 130 m<sup>2</sup> asunto.

Kuvasarjasta nähdään, että kun porrashuone siirretään rakennuksen sivulle, joudutaan osa asunnoista avaamaan vain yhteen suuntaan. Pistetalon ja pitkän rakennusmassan, eli lamellitalon erolla ei liene tarkkaa määritelmää, ja kun lamellitalo lyhenee, se alkaa muistuttaa jossain vaiheessa pistetaloa. Oleellisena erona voidaan kuitenkin pitää asuntojen ilmansuuntia. Pistetalossa kaikki asunnot voidaan suunnitella porrashuoneen ympärille avautumaan vähintään kahteen suuntaan, kun taas lamellitalossa osa asunnoista avautuu vain yhteen suuntaan. Edeltävästä kuvasarjasta nähdään, että kun porrashuone siirretään sivulle, pistetalosta muodostuu itse asiassa lamellitalomainen. Lamellitalon



runkosyvyys on kuitenkin pienempi, noin 12–15 metriä, minkä vuoksi kuvasarjan asunnot ovat luonnottoman suuria ja kapeita.

Yleinen ratkaisu kellaripysäköinnistä on siirtää porrashuoneen vastakkainen ulkoseinä pysäköintiruudukon pilarilinjalle niin, että toinen autopaikkarivi on rakennusmassan ulkopuolella. Tällöin mitta porrashuoneesta toiselle ulkoseinälle – ja näin ollen myös asuntojen syvyys – on noin ajoväylän leveys, eli noin 7–8 metriä. Kuvassa 17 on tyypillinen leikkauskuva tästä suunnitteluratkaisusta. Pysäköintiruudukon päällä oleva yläpohja on vesieristetty kansipiha. Jos kantava laatta jatkuu ulkoseinän molemmille puolille ilman liikuntasaumaa, ovat riskinä lämpötilaerojen ja erisuuruisten kuormien aiheuttamat muodonmuutokset. Vastaavanlainen rakenne on aiheuttanut kansipihan puolelle vesivuotoja.



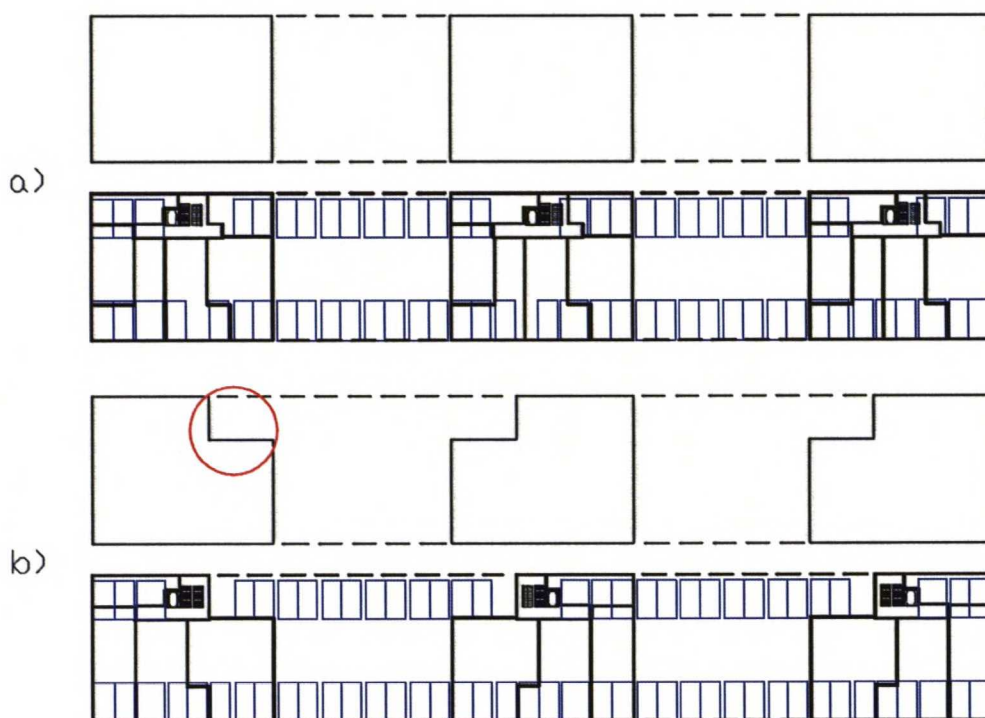
**Kuva 17:** Leikkauskuva ulkoseinästä, joka lähtee pysäköintiruudukon päältä. Sama laatta on ulkoseinän toisella puolella autohallin yläpohja ja toisella puolella autohallin välipohja. Detaljissa on riskinä muodonmuutokset, jotka voivat rikkoa vesieristeen pihakannen päältä.

On myös huomioitava, että monissa kuvan 15 luonnoksissa jännevälit kasvavat erittäin pitkiksi. Tällöin pysäköintiruutujen päihin on lisättävä asunnon sisäisiä pilareita, jotka eivät kuitenkaan jäykistä runkoa, ja pienentävät laatan jänneväliä vähemmän kuin kantavat seinät. Jos paikallavaletun laatan toinen jänneväli on yhtä paljon tai enemmän kuin ajoväylän leveys 8 metriä, on toinen suunta oltava korkeintaan kolmen pysäköintiruudun leveys noin 7,5 metriä. Ontelolaatastolla päästään pidempiin jänneväleihin. Pysäköintiruudukkojen tasaista moduulijakoa voisi yrittää käyttää hyväksi ontelolaatastoston suunnittelussa, mutta edeltävän kuvasarjan luonnokset aiheuttaisivat paikoitellen epätaisaista ja lyhyttä laatastoa.

Edeltävän kuvasarjan mukaisesti yhden talon alle 18 \* 25 metrin alueelle mahtuu autopaikkoja porrashuonerakenteet huomioon ottaen noin 13 kpl. Tämä vastaa 1 ap / 100 k-m<sup>2</sup> autopaikkavaatimuksella noin 3–4 kerroksista pistetaloa. Eräs teoreettinen optimitalanne olisi sijoittaa kellaripysäköinti kokonaisuudessaan usean peräkkäisen pistetalon rungon alle, jolloin talojen välinen kellaritila lisää autopaikkakapasiteettia 7–8 kerrokseen. Seuraavassa kuvasarjassa yhdistetään kolme pistetaloa samalla autohallikellarilla. Kuvassa 18.a lähdetään jälleen yksinkertaisimmasta tapauksesta, jossa pistetaloilla on 4

nurkkaa ja ne ovat samassa linjassa toisiinsa nähden. Rakennusmassana ja asuntopohjina käytetään kuvan 18.c -luonnosta. Väestönsuoja ja muut yhteistilat puuttuvat kuvasta. Rakennusten välillä halli jatkuu kansirakenteena. Kannen ja rakennusmassan liitoksen suunnittelussa on otettava huomioon kuvassa 17 esitetty rakenteellinen riski. Tässä tapauksessa liikuntasäule on erityisen tärkeä myös joustavan tuotannon kannalta. Asuinrakennuksen runko täytyy pystyä rakentamaan ennen pihakannen rakentamista, jolloin kokonaisrakennusaika pysyy kohtuullisena.

Edellä kuvattu yksinkertaisin rakennusten massoittelu on hankala sovittaa tontille ja on käytännössä äärimmäisen harvoin toteutettava malli. Yleensä rakennusten massoilla halutaan saada elävyyttä rakennuspaikalle suunnittelemalla ne toisiinsa nähden vinoon tai lisäämällä rakennuksiin nurkkia, jotta piha voisi avautua paremmin rakennuksille. Kuvassa 17.b on käytetty kuvan 15.d -luonnosta, jossa piha on helppo suunnitella rakennusten väliin pohjoispuolelle. Tällöin kuitenkin rakennuksen ja kannen välinen liitos on hankalampi suunnitella liikuntasäulemallisena. Luopumalla liitoksen yksinkertaisesta muodosta tuotantollinen haastavuus lisääntyy ja riski elinkaarikestävyyden huonontumisesta kasvaa huomattavasti.



**Kuva 17:** Kuvassa a) on yksinkertaisin malli pistetalojen alla olevasta pysäköintihallista. Kuvassa b) rakennusmassoja on avattu, jolloin piha on helppo suunnitella rakennusten viereen. Toisaalta rakennusmassan monimuotoisuus pihakannen liitoksen kohdassa (punainen ympyrä) aiheuttaa haasteellisen detaljin.

Hahmoteltaessa asuinrakennuksen alapuolella olevaa kellaripysäköintiä ja sen yläpuolella olevia asuntoja, huomataan suunnittelussa ilmenevän jatkuvasti erilaisia haasteita.



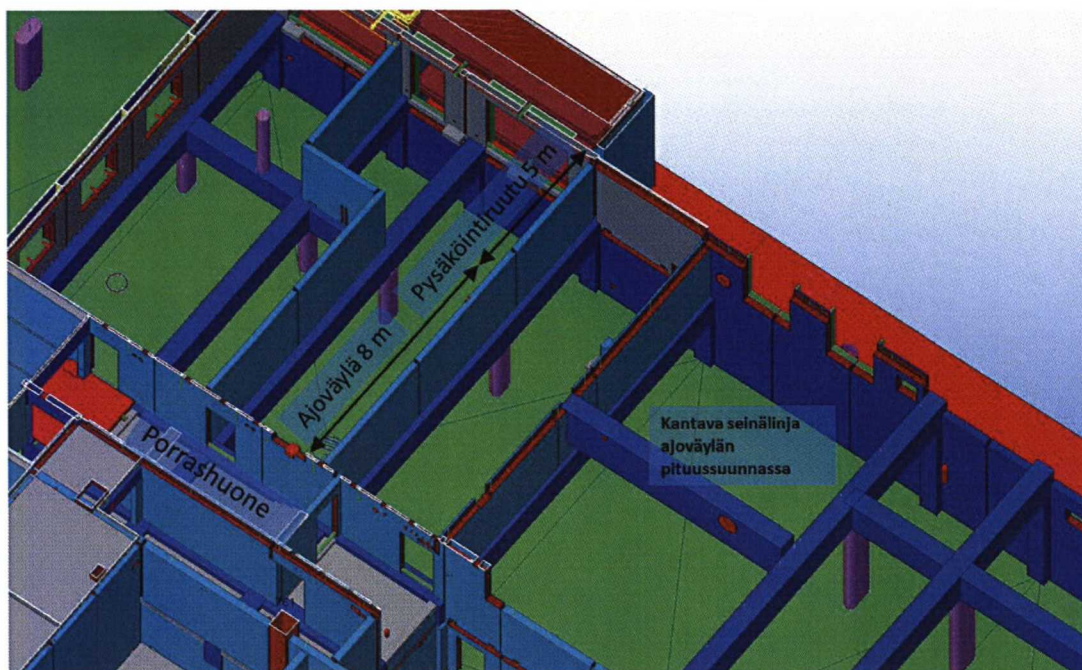
Ensimmäinen on asuinrakennuksen ja pysäköintialueen koot, jotka eivät lähtökohtaisesti mahdu saman rakennusrungon alle. Toinen on kerrostalon porrashuone-hissi – yhdistelmän paikka, joka ei saa olla pysäköintihallin ajoväylän kohdalla. Ajoväylän kohdalta on yleisestikin edullista minimoida kantavat rakenteet, minkä voi mainita erikseen kolmantena ongelmana. Neljäs haaste on pysäköintiruuduista seuraava moduulijako. Vaikka ruudut luovat säännöllisen moduulijaon yläpuolen tilasuunnitteluun, niiden 2,5 metrin leveys ei mahdollista tilan suunnittelua täysin tilatarpeen ehdolla. Tilojen koko täytyy valita jopa kymmenien neliöiden väliltä. Koska yhden asuinrakennuksen rakennusala ei useimmiten ole riittävä pysäköintialaksi, täytyy autohallia jatkaa pihakannella rakennuksen ulkopuolelle. Tästä seuraa viides ja kuudes haaste. Pihakannen ja rakennusmassan liitos voi aiheuttaa rakenteellisia ja tuotannollisia ongelmia. Lisäksi usean rakennusmassan yhteenliittäminen autohallilla voi olla haasteellista ahtaalla tontilla. Kaikki haasteet ovat ratkaistavissa hyvällä suunnittelulla, mutta on selvää, että kellari-pysäköinti rajoittaa merkittävästi asuinrakennuksen suunnittelua.

Hyvän suunnitteluratkaisuun päästessä jää ongelmaksi suunnitelmien joustamattomuus. Suunnitelmia kehitetään perusteellisesti, ja esimerkiksi hankkeesta itsestään riippumattomista syistä pitkällekin vietyjä suunnitelmia saatetaan joutua muuttamaan ennen rakentamista. Jos asuntojen alapuolella on autohalli, on suunnitelmien muutosmahdollisuus äärimmäisen heikko.

#### **5.1.1. Leveän ajoväylän ongelma kellaripysäköinnissä**

Edellä luetelluista suunnitteluhaasteista voidaan nostaa esiin leveän ajoväylän ongelma, minkä todettiin aiheuttavan useita erityyppisiä haasteita. Toisin kuin pysäköintiruudut, sen kohdalle ei voida autohallissa sijoittaa kantavia rakenteita, mikä myös vaikuttaa yläpuoliseen tilan rakenteisiin. Seuraavassa tarkastellaan tätä ongelmaa tarkemmin ja yritetään löytää erilaisia ratkaisuja tähän suunnitteluhaasteeseen.

Kuvan 15 luonnoksissa yksikään ylemmän kerroksen kantava seinälinja ei mene ajoväylän kohdalla sen pituussuunnassa. Tällöin sitä kannatteleva palkki ajoväylän päällä täytyisi tukeutua kahteen muuhun palkkiin, jotka menevät ajoväylän yli. Tämä lisää rakennekorkeutta ja on haasteellinen detalji niin suunnittelullisesti, kuin tuotannollisesti. Tästä reunaehdosta luopumalla voidaan asuntoja suunnitella huomattavasti vapaammin. Toisaalta tällöin menetetään yksi ehto yksinkertaisesta rakennejärjestelmästä. Kuvan 19 esimerkkikohteessa autohalli menee peruseräiteeltään edellä kuvattujen luonnosten mukaisesti kolmen rakennusrungon alla. Yhteen taloon on kuitenkin lisätty yksi kantava seinälinja ajoväylän pituussuuntaan, jotta noin 150 m<sup>2</sup> asunto on saatu jaettua järkevällä tavalla kahdeksi pienemmäksi. Kantavaa seinälinjaa kannattelevan palkin toinen liitos on samassa tasossa ajoväylän yli menevän palkin kanssa, ja toinen on korkeuseron takia liitetty toisen palkin päällä olevaan väliseinään. Palkit ovat jälkijännitetyjä, ja ajoväylän päällä oleva palkki on poikkileikkaukseltaan 1700 \* 600 mm<sup>2</sup> ja ajoväylän yli menevät ovat 1100 – 1200 \* 600 mm<sup>2</sup>.



**Kuva 19:** Yksi kantava seinälinja poikkeaa pysäköintiruudun moduulista. Sitä kannatteleva jännitetty palkki tukeutuu väliseinään ja toiseen jännitettyyn palkkiin. Kuvasta on poistettu välipohjalaattoja ja muita rakennusosia.

Jos porrashuoneen levittää koko 8 metriä pitkän ajoväylän pituiseksi, päästään eroon pitkistä ja kapeista asuntopohjista ja porrashuoneen sijainti on lähempänä perinteistä pistetaloa (kuva 20.a). Tällöin kuitenkin asuntopohjista tulee muilta osin huonoja, kuten kuvasarja 20.a esittää. Lisäksi suuri porrashuone lisää bruttoneliöitä ja vähentää hyötyneliöitä.

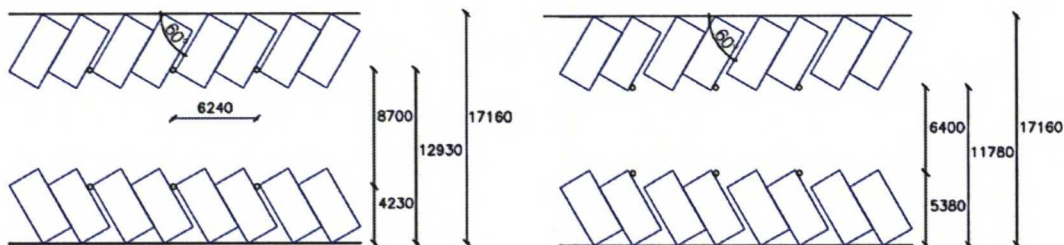
Porrashuoneen siirto keskelle voidaan toteuttaa edellä kuvatulla ajoväylään nähden pitkittäissuuntaisella kantavalla seinälinjalla (kuva 20.b). Tällöin asuntopohjien suunnittelu on helpompaa, ja pistetalon hyötyjä – asuntojen avautumista useaan suuntaan – voidaan toteuttaa kohtuullisin asuntopohjin. Jos ajoväylän keskelle sijoitettu kantava seinälinja on ainoa kompromissi yksinkertaisimmasta mahdollisesta rakennejärjestelmästä, pysäköintiruudut rajoittavat edelleen jonkin verran suunnittelua.





**Kuva 20: Porrashuoneen levitys ajoväylän leveydelle (a) heikentää asuntopohjia ja lisää rakennettuja neliöitä suhteessa asuntoneliöihin. Ajoväylän keskelle sijoitettu kantava seinälinja (b) helpottaa asuntosuunnittelua, mutta tuo lisähaasteen suunnitteluun ja tuotantoon.**

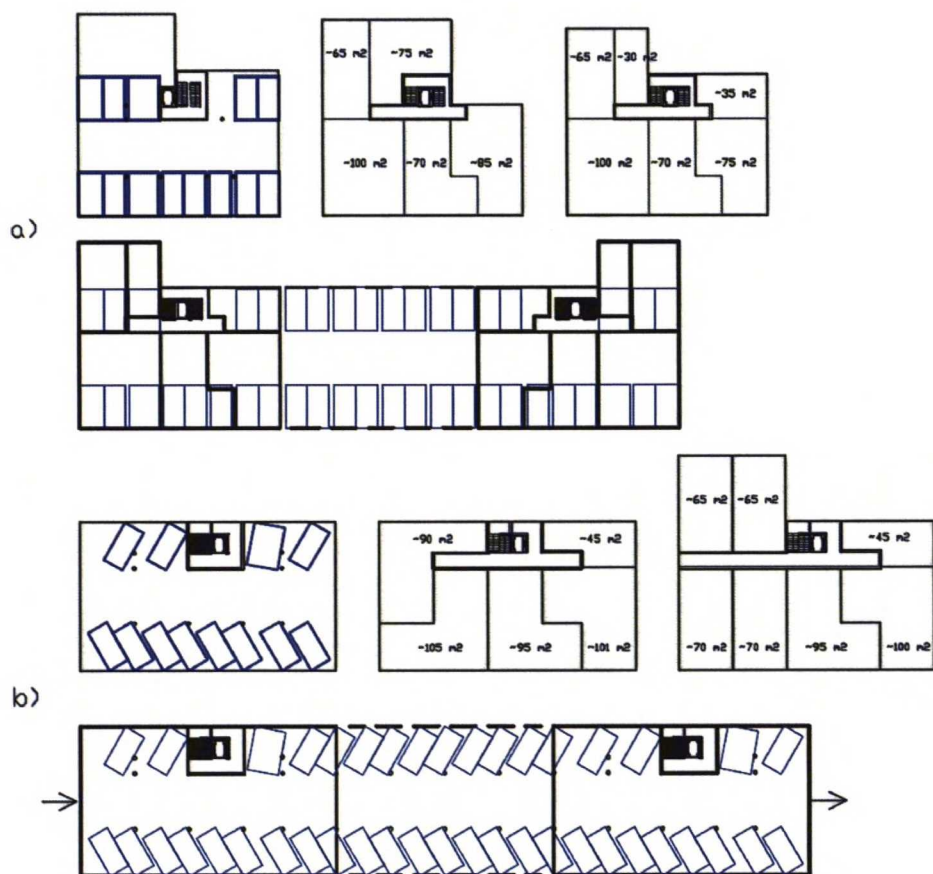
Leveästä ajoväylästä päästään myös luonnollisesti kaventamalla sitä. Luvussa 2.2 esiteltiin eri maiden pysäköintimitoituksia. Kapeammalla, Euroopassa yleisesti käytetyllä 6 metrin ajoväylällä suunnitellut asuntopohjat on esitetty kuvassa 22.a. Kapeampi ajoväylä asuinrakennuksen rungon alapuolisessa kellaripysäköinnissä helpottaa asuntopohjien suunnittelua. Vinopysäköintiä käytettäessä päästään myös Suomen RT-kortin mitoituksella 6 metrin ajoväylään. Tällöin kuitenkin pysäköintiruutu vie enemmän leveys-suunnassa tilaa. Ratkaisevaa on myös pilarilinjan sijoittaminen: 6 metrin jänneväliin päästään jos pilarit voidaan sijoittaa autopaikkojen päihin. Kuvassa 21 on esitetty RT-kortin mukainen 60 asteen mitoitus ja sen eri jänneväliä pilarin paikasta riippuen. Jos pilarit sijoitetaan pysäköintiruutujen ”kainaloihin”, on tilanne kaikilta osin huonompi: Ajoväylän jänneväli kasvaa 8,7 metriin, ja pysäköintiruutujen puoleinen jänneväli pienenee 4,2 metriin.



**Kuva 21: 60 asteen vinopysäköinnin jänneväli riippuen pilarin sijoituksesta.**

Kun pilarit sijoitetaan kahden pysäköintiruudun välein, muodostuu leveys suunnan palkkien jänneväliksi noin 6,2 metriä. Tämä luo suhteellisen hyvän moduulin asuntosuunnitteluun. Kuvassa 22.b pilarit on sijoitettu pysäköintiruutujen äärimmäisiin päihin, jolloin ajoväylän jänneväli jää mahdollisimman pieneksi. Luonnoksen pysäköintiratkaisu on mahdollinen vain jos tonttiolosuhteet mahdollistavat kahden ajoväylän – sisään- ja ulos-

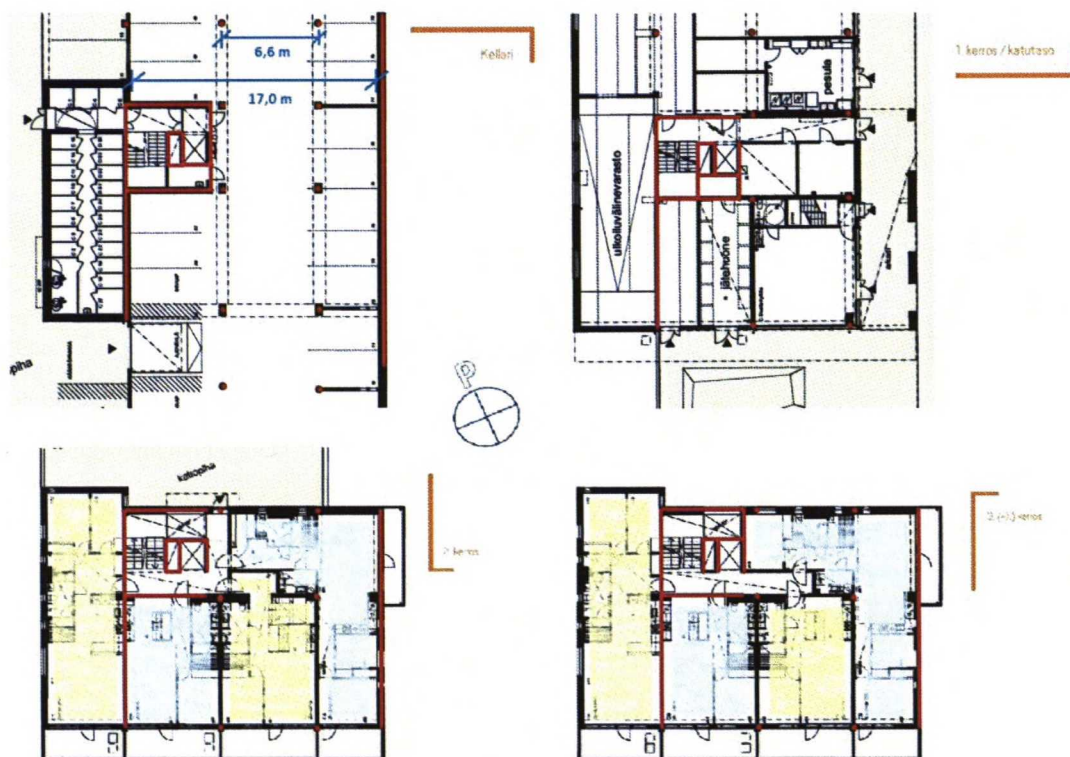
tulon – rakentamisen ilman merkittäviä ajoluiskia. Luonnoksessa on myös väestön-suojan ja yhteistilojen paikat ratkaisematta.



Kuva 22: Eurooppalaisella 6 metrin ajoväylällä suunniteltu kellaripysäköinti (a) ja vinopysäköinnillä sama jänneväli Suomen RT-kortin mukaan mitoitettuna (b).

Kohtuulliseen suunnitteluratkaisuun päästäkseen on rakennusvalvonta antanut tietyissä tilanteissa tinkiä vanhemmankin RT-kortin mitoituksista. Lemminkäisen niin sanotun Arabian Portaali –korttelin As. Oy Helsingin Fajanssi on yksi 4 pistetalosta, joka 9 kerroksisena rakennuksena sijaitsee pysäköintihallin päällä. Porrashuoneen puoleiset pilarit on sijoitettu puolisen metriä ajoväylän puolelle. Pilarien jänneväli on noin 6,6 metriä, ja ajoväylän leveys siten ainoastaan noin 6 metriä. Fajanssissa asunnot avautuvat ajoväylän pituussuuntaan toisin kuin edellä luonnostelluissa esimerkeissä. Pilaririvin siirrolla on pystytty suunnittelemaan hyvät asuntopohjat. Yksinkertainen rakennusmassa helpottaa rakennuksen ja pihakannen liittymiskohdan toteuttamista. Porrashuone poikkeaa osittain pysäköintimoduulista. (Kuva 23)





Kuva 23: Lemminkäisen As. Oy Helsingin Fajanssin kellaripysäköinti, jossa vapaa ajoväylä on noin 6 metriä. Punaisella merkitty kellarin kantavat runkorakenteet. Alkuperäiset kuvat: Lemminkäisen asuntomyynnin www-sivut, värimuokkaukset: Alanen I.

Tiukassa ajoväylämitoituksessa rakennusvalvonnan voi tulkita RT-korttia *Ajoväylät, hitaasti liikennöivät* (Rakennustieto 2008b). Kortin mukaan sitä voidaan soveltaa pih-, pysäköinti- ja varastoalueiden mitoituksessa. Sen mukaan kahdelle henkilöautolle tai henkilöautolle ja kuorma-autolle mitoitettu ajoväylä on  $0,5+2,0+0,5+2,6+0,5 = 6,1$  metriä leveä. RT-kortti ei tosin ota kantaa mitoituksen soveltuvuuteen ajoneuvon pysäköintiruutuun kääntymiselle, toisin kuin RT-kortin 8 metrin mitoitus (Rakennustieto 2010a). Kapeamman ajoväylän käyttö kannattaa perustella asutuspysäköinnin pienellä liikennöintiasteella, pysäköintialueen tunnettavuudella käyttäjille ja muissa maissa asu-kaspysäköinnissä käytettävällä kapeammalla mitoituksella. Tarvittaessa tiukka ajoväylämitoitus voidaan kompensoida leveämmillä pysäköintiruuduilla.

### 5.1.2. Pysäköintimoduulin ja asuinrakennusrungon sovittamisen erityiskysymyksiä

Ajoväylän aiheuttamien suunnitteluhaasteiden lisäksi on nostettava myös muutama muu erillinen autohallin ja asuinrakennuksen rungon yhteensopivuusongelma, jotka voivat osaltaan heikentää autohallin tehokkuutta. Kun tilasuunnittelua tehdään pysäköintiruudun moduuleilla, joudutaan useissa eri tilanteissa poikkeamaan normaalimitoituksista ja valitsemaan tehottomia tilaratkaisuja.

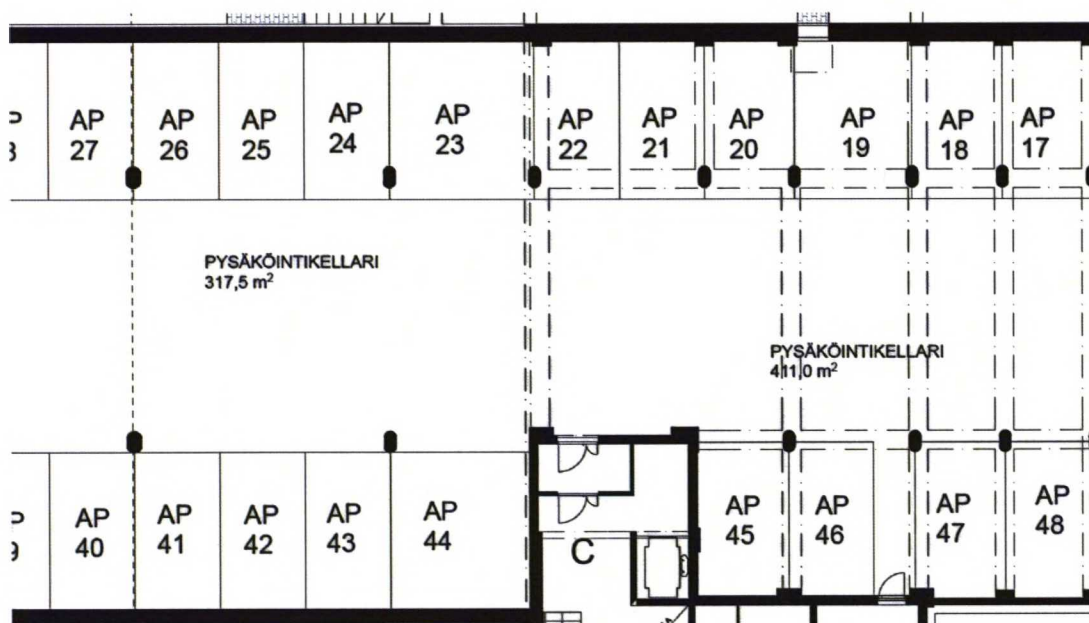
Porraskäytävä-hissi –yhdistelmä on usein noin 4500 mm leveä kaksisyöksyisillä portail-la ja noin 5500 mm kierreportailla. Jos sen haluaa sijoittuvan sopivasti kahden pysäköintiruudun väliseen 5000 mm moduuliin – niin että pysäköintiruudut sijaitsevat sen vastakkaisella puolella – joudutaan poikkeamaan vakiomitoituksesta tai suunnittelemaan porraskuilu jollain muulla tavalla. Myös pituussuunnassa portaita on vaikea sijoittaa yhden autopaikan pituiseen 5 metrin moduuliin. Lepotaso, syöksyt ja porrashuone ovat kokonaisuudessaan pituudeltaan useimmiten yli 5 metriä, koska autohallin kerroskorkeudesta voi muodostua korkea palkkirakenteiden takia, mikä lisää myös syöksyen pituutta.

Rakentamismääräyskokoelman palomääräykset (E4, 2005) edellyttävät suljetun pysäköintitilan ja sen yhteydessä olevan muun tilan väliin niin sanottua sulkutilaa myrkyllisten kaasujen leviämisen estämiseksi. Tämä tarkoittaa, että porraskäytävän ja autohallin väliin sijoitetaan tuulikaappi, jonka ovia ei tarvitse yhtä aikaa avata. Lisäksi hyvän suunnittelutavan mukaista olisi suunnitella sulkutilan oven paikka niin, ettei ovi avaudu suoraan ajoväylälle, vaan esimerkiksi pysäköintiruutujen väliin. Sulkutila lisää haastetta sovittaa porrassyöksyt lepotasoiheen keskelle pysäköintihallia.

Myös liikkumisesteisille tarkoitetut 3,6 m ja seinään rajoittuvan 2,8 m autopaikkojen mitoitukset aiheuttavat tilanteita, joita ei välttämättä osata ottaa huomioon, tai ne aiheuttavat porrashuone-esimerkin tapaisia tehottomia ratkaisuja. Esimerkkiluonnoksissa (kuva 15) porraskuilun viereinen autopaikka on 3,6 m leveä liikkumisesteisille tarkoitettu autopaikka. Tästä seuraa myös sen vastapäätä olevalle paikalle ylileveä 3,6 m mitoitus. Yksi tapa ratkaista asia olisi esimerkiksi jakaa ylileveä paikka tavalliseksi autopaikaksi ja moottoripyöräpaikaksi. Moottoripyöräpaikan suosituskoko on 1,25 m (Rakennustieto 2010a). Näin ollen suositusmitoitusta noudattamalla autopaikka-moottoripyöräpaikka -yhdistelmästä tulisi 3,75 metriä leveä. Moottoripyöräpaikkojen lisäksi ongelmallisten tilojen täyteinä voidaan käyttää myös kapeampia ja lyhyempiä miniautopaikkoja tai mopoautopaikkoja. Moottoripyöräpaikoista poiketen näitä voidaan tulkita velvoiteautopaikkoina. Miniautopaikkojen myytävyys on kuitenkin tiedostettava riskinä.

Kun autohallin mitoitus vaikuttaa yläpuoliseen runkoon, on tietyillä RT-kortin mitoituk-sen poikkeamilla mahdollisuus vaikuttaa merkittävästi kohtuullistamaan tilankäyttöä. RT-kortin suositus on sijoittaa pilarit 0,5 metriä autopaikan päästä autopaikkojen väliin niin sanotun ajovaran takia. Kuvassa 25 porrashuoneen puoleiset pilarit on sijoitettu au-topaikkojen ulkopuolelle, jotta ne olisivat samassa moduulissa porrashuoneen seinän kanssa. Jos suositusmitoitusta olisi noudatettu ja pilarilinjaa, porrashuonetta ja sulkuti-laa olisi siirretty 0,5 metriä ajoväylästä pois päin, olisi bruttoala kasvanut merkittävästi ja ajoväylän jänneväli kasvanut 0,5 metriä. Pienellä suositusmitoituksen poikkeuksella saavutettiin huomattavasti tehokkaampi tilaratkaisu.





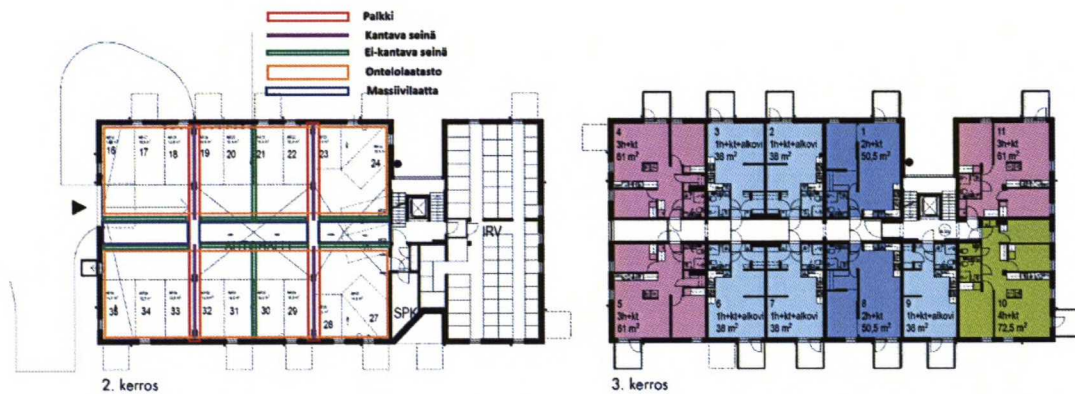
Kuva 25: Porrashuoneen puoleinen pilarilinja on suunniteltu samaan moduuliin porrashuoneen seinän kanssa, toisin kun vastakkaisen puolen RT-kortin mukainen sijoitus 0,5 metriä autopaikan päästä. Tällä on saatu pilarit ja seinä samaan moduuliin ja jänneväli on pienentynyt puolella metrillä.

### 5.1.3. Kellaripysäköinnin erityisratkaisuja

Autohalli voidaan suunnitella asuinrakennuksen yhteyteen myös lähtökohtaisesti täysin eritavalla kuin aiemmin kuvatut esimerkit. Seuraavassa esitellään kaksi esimerkkiä, joissa on ratkaistu ajoväylän ja porrashuoneen aiheuttamat haasteet tavanomaista poikkeavilla tavoilla. Toisessa kohteessa on käytetty hyväksi poikkeuksellisen paljon ei-kantavia seiniä ja toisessa luhtikäytävää ja tiheää pilarijakoa.

Äärimmäinen esimerkki kellaripysäköinnistä on NCC:n Myyrmäkeen rakentama 8 kerroksinen As. Oy Vantaan Kaunis Bertta (kuva 26), jossa suunnittelun lähtökohdaksi on otettu rungon täydellinen sovittaminen alapuoliseen pysäköintihalliin ilman ulkopuolisia kansirakenteita. Lopputuloksena on syvä runko, jossa ylisuurten ja kapeiden asuntojen ongelma on ratkaistu rakennuksen keskellä olevalla läpi talon menevällä porraskäytävällä. Porraskäytävä on luonnollisesti keskellä ajoväylää. Porraskäytävän ja asuntojen väliset seinät on kuitenkin toteutettu kevytrakenteisina, jolloin on pystytty minimoimaan kantavien seinälinjojen aiheuttamat palkkirakenteet pysäköintikerroksen päälle. Pysäköintihallin lävistää ainoastaan kaksi massiivista palkkilinjaa, joihin kantavat seinälinjat tukeutuvat, ja näihin puolestaan välipohjana toimivat ontelolaatat ja porrashuoneen massiivilaatat. Myös muutamat asuntojen väliset seinät ovat ei-kantavia. Rakennusrunko on siis saanut vaikutteita toimistorakennusten rungoista, joissa pysäköinti on helpompi sijoittaa kellarisiin vähäisten kantavien seinien takia. Rakennuksen jäykistykseen saatetaan joutua kiinnittämään erityishuomio. Rakennustapaselostuksen mukaan

kevyet väliseinät ovat 200 mm kipsilevyseiniä. Myös näiden ääni- ja paloeristykseen täytyy kiinnittää erityishuomio. (Kuva 26)

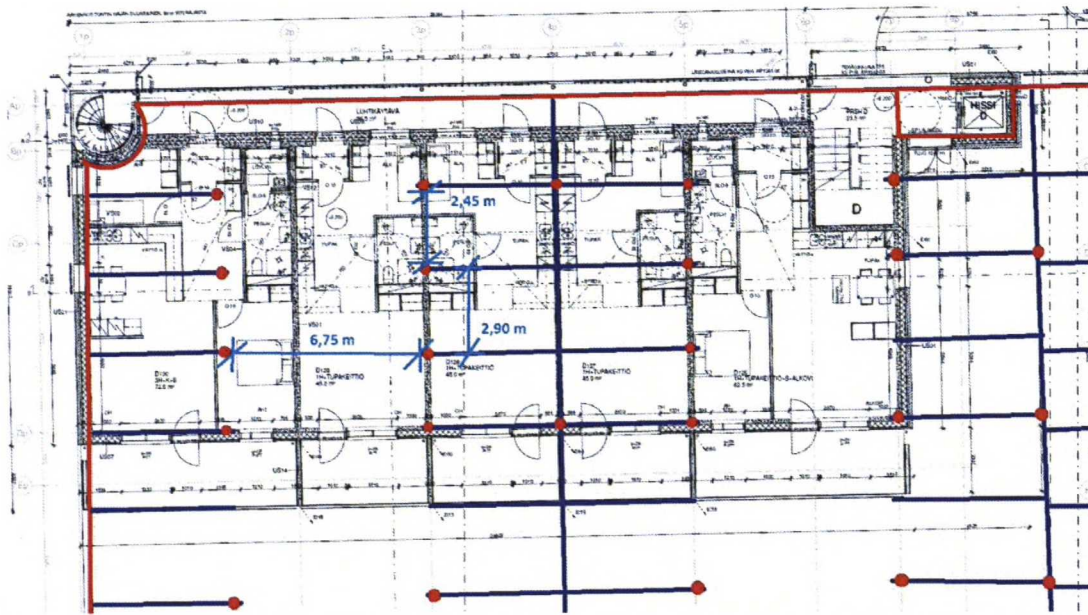


**Kuva 26: Periaatekuva As. Oy Vantaan Kaunis Bertta -asuntokohteen runkoratkaisusta. Alkuperäiset kuvat: NCC:n asuntomyyntin [www.sivut](http://www.sivut), vasemman kuvan muokkaus: Alanen I.**

Rungon alapuoliseen pysäköintikellariin ei kuitenkaan mahdu kuin 3-4 kerroksen auto-paikat. As. Oy Vantaan Kauniissa Bertassa pysäköintikerros onkin kahdessa maanpääl-lisessä kerroksissa ja molempiin pysäköintikerroksiin on järjestetty kulku ilman ajoluis-kia rinnetontin maanpinnan muodon ansiosta. Yksinkertainen rakennusrunko sulkee pois pienessä rakennuksessa rungon sisäiset ajoluiskat. Tietävästi NCC harkitsi kohteeseen myös autohissiä (Vantaan kaupunki 2012). Koska kohteessa on onnistuttu myös välttämään selkeää maanalaista kerrosta, ja ensimmäinen asuinkerros alkaa näin ollen kolmannelta kerroksesta, kohteessa on myös päästy eroon kaikista vähiten houkuttelevimmista alimman kerroksen asunnoista. Pieni asuntojakauma ja pääasiassa kahteen vastakkaiseen suuntaan avautuvat asunnot rajoittavat suunnitteluratkaisun vastaavanlais-ta käyttöä suuremmassa määrin, mutta kohde on malliesimerkki pitkälle viedystä asun-totuotannon vakioinnista.

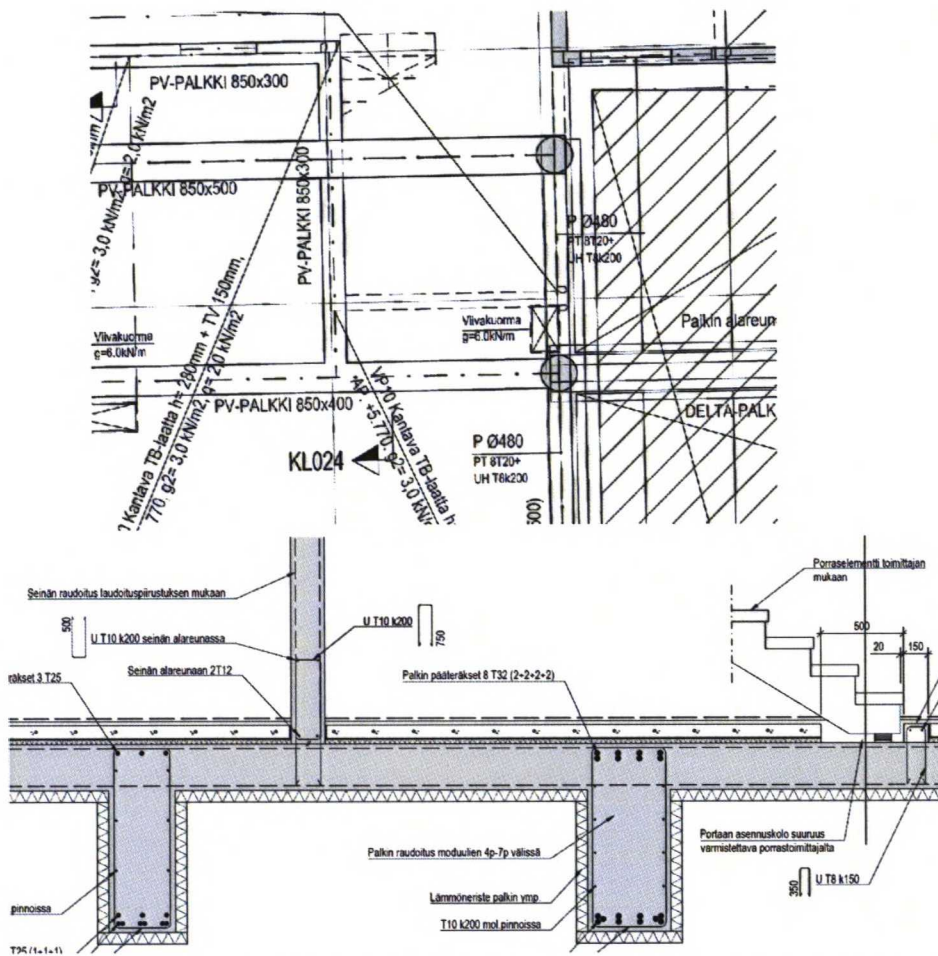
Helsinkiin rakenteilla olevassa asuinkerrostalokohteessa on 3 rakennusta, joista yksi on kokonaisuudessaan pysäköintihallin päällä (kuva 27). Rakennus on viisikerroksinen ja sen massan koko on 11 m \* 30 m, ja sen ulkopuolella pidemmällä sivulla on luhtikäytävä. Pysäköintihallista on huomioitava tavallista kapeammat ajoväylät 6,75 metriä, sekä tiheä pilarijako, jonka johdosta yksi pysäköintiruutu vie tavallista enemmän tilaa leveysuunnassa. Kantavista seinälinjoista 4 poikkeaa pysäköintimoduulista: luhtikäytävää vasten oleva pitkän sivun ulkoseinä, yksi asuntojen välinen seinä, sekä kaksi porraskuilun seinää. Rakenteissa huomioitavaa ovat maltillisen kokoiset jännittämättömät palkkirakenteet ja paikallavalettavat väliseinät.





Kuva 27: Kerrostalo luhtikäytävällä, jonka alla on kellaripysäköinti. Taustalla asuinkerros, punaisella on merkitty alapuolisen pysäköintikellarin kantavat rakennusosat ja sinisellä pysäköintiruudut.

Seinien alla olevat jännittämättömät paikallavaletut palkit ovat kooltaan pääasiassa  $850 \times 300\text{--}500\text{ mm}^2$ . Yksi seinälinja – lepotasoa vasten oleva – on ilman alla olevaa palkki- vahvistusta. Seinä on 2,8 metriä pitkä ja palkkilinja on toisella puolella alle metrin päässä, ja toisella puolella noin kahden metrin päässä (kuva 28). Paikallavaletun seinän ja laatan liitos on tarpeeksi jäykkä rajoittamaan laatan muodonmuutoksia. Näin ollen tietyissä tilanteissa seinien sijoittelussa on mahdollista poiketa pysäköintiruudun moduulista ilman rakenteellista vahvistusta.



**Kuva 27: Kantava seinälinja (ylemmässä kuvassa katkoviivalla) ilman alapuolista palkkia kun seinän liitos on tarpeeksi jäykkä.**

Huomataan, että tiheällä pilarijaolla voidaan välttää jännitettyjen rakenteiden käyttämistä, mikä nopeuttaa tuotantoa huomattavasti. Toisaalta suunnitteluratkaisun paikallavaleitut väliseinät hidastavat tuotantoa ja lisäävät kustannuksia huomattavasti elementtiseiniin nähden. Pysäköinnin yläpuolella olevan rakennuksen toteuttaminen helpottuu huomattavasti jos rakennuksen massa ja asuntopohjat säilyvät yksinkertaisena. Huomataan myös, että luhtikäytävän pitkä tila on helpompi sijoittaa pysäköintihallin yläpuolelle kuin sisäporrashuone. Suunnitteluratkaisussa autohalli kuitenkin jatkuu kahdelta sivultaan pihakannen alle, jolloin rakentamisjärjestys ja pihakannen ja asuinrakennuksen liitos on suunniteltava huolellisesti.

## 5.2. Korkean rakennustehokkuuden tontin massoittelu

Kun luvussa 5.1 käytiin läpi erilaisia asuinrakennusten ja autohallien yhteensopivuutta, voidaan siirtyä käsittelemään kokonaisen rakennusmassan sovittamista tontille pysäköintialueen kannalta. Kuten todettua, on pyrittävä välttämään asuinrakennuksen alapuolista pysäköintialuetta, ja erityisesti ajoväylän sijoittamista muun rakennusmassan alle. Käsitteilyyn otetaan korkean rakennustehokkuuden tontit, jotka ovat pysäköinnin



kannalta haasteellisimpia. Luvuissa 5.2 - 5.3 esitellään kaksi korkean tonttitehokkuuden korttelia, joissa pysäköinnin järjestäminen omalla tontilla on haasteellista.

Espooseen on kaavoitettu kortteli tonttitehokkuudella 1,75. Kortteliin on kaavoitettu 3 lamellimassaa, jotka kukin muodostuvat 3 osasta. Kerrosluku on 4-5. Rakennusalan suhde tontin alaan on 43 %. Autopaikkanormi on 1 ap / 85 k-m<sup>2</sup>. Näillä arvoilla luvun 4.3 mukainen autopaikkatiheys on 1,12. Kun tämän sijoittaa luvussa 4.1 esitettyyn kaavioon (taulukon 5 sininen ympyrä), nähdään pysäköinnin mahdolluttamisen omalle tontille olevan keskimääräistä selvästi vaikeampaa.

**Taulukko 5: Luvun 5.2 esimerkkikorttelin asemakaava ja rakennusala sinisellä ympyrällä. Kehitetty versio vihreällä ympyrällä. Luvun 5.3 esimerkkikohde mustalla ympyrällä.**

AP-määräys	85 ap/k-m <sup>2</sup>
AP-tila	30 m <sup>2</sup> /ap
Lisäykset	0,85 asm <sup>2</sup> /k-m <sup>2</sup>
rakennus-oikeuteen	1,45 brm <sup>2</sup> /asm <sup>2</sup>
	1,21 brm <sup>2</sup> /k-m <sup>2</sup>

	Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala		Rakennusala	
	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20
Tonttitehok.	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha	ap/piha
0,40	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54
0,45	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56
0,50	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60
0,55	0,22	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62
0,60	0,24	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64
0,65	0,26	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66
0,70	0,28	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68
0,75	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70
0,80	0,32	0,33	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72
0,85	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74
0,90	0,36	0,37	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76
0,95	0,38	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78
1,00	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80
1,05	0,42	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82
1,10	0,44	0,45	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84
1,15	0,46	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86
1,20	0,48	0,49	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88
1,25	0,50	0,51	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90
1,30	0,52	0,53	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
1,35	0,54	0,55	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94
1,40	0,56	0,57	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96
1,45	0,58	0,59	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98
1,50	0,60	0,61	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00
1,55	0,62	0,63	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02
1,60	0,64	0,65	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04
1,65	0,66	0,67	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06
1,70	0,68	0,69	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08
1,75	0,70	0,71	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10
1,80	0,72	0,73	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12
1,85	0,74	0,75	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14
1,90	0,76	0,77	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16
1,95	0,78	0,79	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18
2,00	0,80	0,81	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20
2,05	0,82	0,83	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22
2,10	0,84	0,85	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24
2,15	0,86	0,87	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26
2,20	0,88	0,89	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28
2,25	0,90	0,91	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30
2,30	0,92	0,93	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32
2,35	0,94	0,95	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34
2,40	0,96	0,97	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36

VÄRIMERKITYKSET	
KERROSLUKU (tonttitehokkuuden ja rakennusalan funktion)	
aliraja	3
yliraja	8
AUTOPAIKKOJEN VIEMÄ TILA PIHASTA = ap/piha	
keltainen >	0,40
punainen >	1,00

Kuvan 28 ylempi kuva on arkkitehdin luonnos pysäköinnistä kellarikerroksessa. Autopaikkoja on 250 kpl (1 ap / 94 k-m<sup>2</sup>), joista 91 kpl (36 %) on rakennusmassan alla. Lisäksi 4 ajoväylää kulkee lamellimassan läpi. Tarkemmalla tarkastelulla voidaan todeta, että autopaikat on sovitettu niin tehokkaasti kuin rakennusmassat antavat tilaa. Kellarikerrokseen on suunniteltu autopaikkojen lisäksi teknistä tilaa ja porrashuoneet. Lisäksi autopaikat rakennusmassan alla on suunniteltu ylemmän kerroksen asuntojen ehdoilla siten että asuntojen väliset seinät ovat pääasiassa autopaikkojen väleissä. Tästä huolimatta – tai juuri tästä johtuen – autopaikkojen suuri osuus rakennusmassan sisällä tekee tilakäytöstä tehotonta. Korttelin rakentaminen on 3 vuotta luonnosten jälkeen edelleen

aloittamatta. Oletettavasti tähän on vaikuttanut useita tekijöitä, joista autopaikat eivät ole ainoa. Ongelmia lienee myös aiheuttanut kokonaan maanalainen kellarikerros huonoilla pohjaolosuhteilla.

Olosuhteita pysäköinnille voidaan parantaa rakennuksen massoittelulla. Oletetaan korttelin rakennusoikeudeksi haluttavan sama  $k\text{-m}^2$ -määrä, jolloin yhden kerroksen lisääminen pienentää rakennusala. Kun rakennusala pienenee 43 %:sta 33 %:iin kerrosluku nousee yhdellä (Taulukon 5 sininen ympyrä muuttuu vihreäksi ympyräksi). Haluttu rakennusalan muutos (23 %) saadaan esimerkiksi lyhentämällä lamellien päitä ja jättämällä lamellien 2 lisäosaa pois (alempi kuva 28). Uuteen massoitteluun sijoitetuista autopaikoista ainoastaan 19/250 on rakennusmassojen alla. Myöskään mikään ajoväylä ei mene rakennusmassan alta.



**Kuva 28:** Ylemmässä todellinen luonnos rakennusmassoista ja pysäköintipaikoista, johon asema-kaava on johtanut. Alemmassa sama rakennustehokkuus on saatu lyhentämällä rakennusmassoja ja lisäämällä yksi kerros. Tällöin lähes kaikki autopaikat mahtuvat rakennusmassojen ulkopuolelle.

Autopaikkatehokkuus  $m^2/ap$  parani 35,1:stä 32,4:ään. Ero voi kuulostaa pieneltä, mutta parempi tehokkuus tulee ilmi kun verrataan kellarikerroksen aputilojen ja porrashuoneiden tilaa suunnitelmien välillä. Vaikka kerrosta korkeammassa suunnitelmassa rakennusala on 23 % pienempi, aputiloille ja porrashuoneille jäämä tila kellarissa on peräti 28 % suurempi (kuva 29).



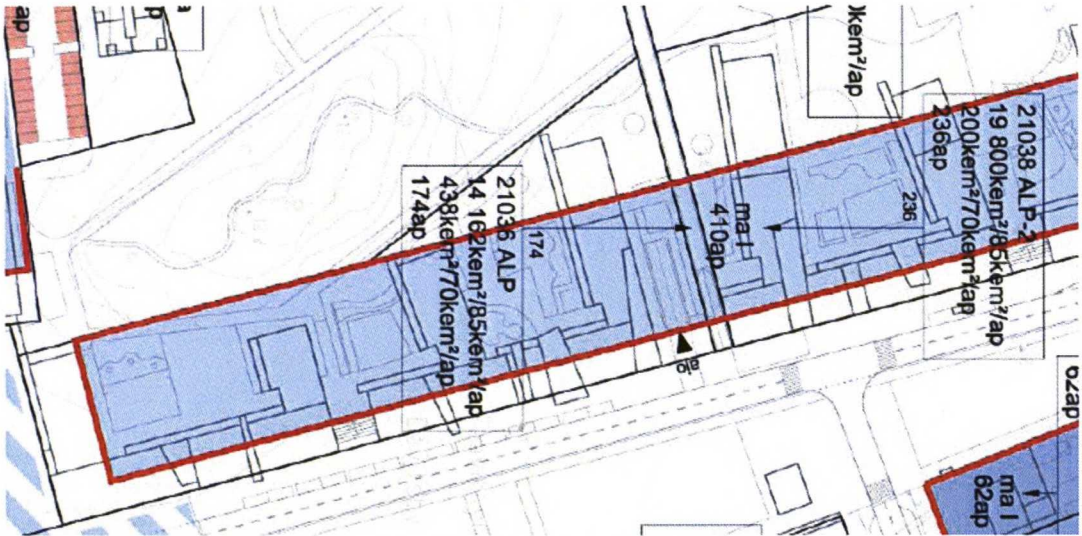


**Kuva 29: Aputilojen ja porrashuoneiden määrä eri suunnitelmissa**

Toisaalta tarpeeton aputilojen määrä ei ole toivottavaa. Esimerkkiluonnokseen oli myös kerrosta ylemmäksi suunniteltu aputiloja. Näiden muuttaminen esimerkiksi asunnoiksi vaatisi rakennusmassan lisäkorotusta, koska asuntoja ei yleensä sijoiteta ensimmäiseen kerrokseen kadun puolelle. Toisaalta myös kellarikerroksen nostamisella maanpäällis-kerrokseksi olisi paljon positiivisia vaikutuksia. Näitä käsitellään tarkemmin luvussa 6.3.

Edellä kuvatun esimerkin asemakaavassa oli osoitettu rakennusala maanalaiselle pysäköinnille. Rakennusala autopaikkalaskelmineen oli esitetty myös asemakaavan tueksi tehdyn korttelisuunnitelman pysäköintikaaviossa (kuva 30). Kaaviossa esitettiin kolmelle rakennusmassalle kaavavaatimuksen mukaiset 279 autopaikkaa. Toteuma oli 250 autopaikkaa, ja rakennusala ylitti sille varatun alan selvästi. Esimerkkikohteen mukaisesti on hyvä, että asemakaavasta löytyy myös tarkempi suunnitelma autopaikoille. Suunnitelmassa täytyy kuitenkin aina tarkistaa rakennusalan todellinen autopaikkakapasiteetti. Alituksia tulee helposti, koska autopaikat vievät aina porrastetusti tilaa. Esimerkiksi 18 metriä leveä pysäköintialue voidaan täyttää tehokkaasti autopaikoilla, mutta alueen leventäminen 22 metriin ei välttämättä tuo juurikaan lisäpaikkoja. Samoin 14 metriä leveät alueet ovat huomattavasti tehottomampia kuin muutaman lisämetrin leveämmät alueet. Rakennusmassan alle menevät autopaikkojen rakennusalat ovat ongelmallisia, koska niiden vaikutus muuhun tilasuunnitteluun on huomattava, ja rakenteet laskevat autopaikkatehokkuutta merkittävästi. Jos rakennusala viedään muun rakennusmassan alle,

on myös tehtävä suunnitelma muun tilan käytöstä. Tämä luonnollisesti vähentää myöhemmän suunnittelun aikaista muutosmahdollisuutta.



Kuva 30: Asemakaavoituksessa tehdyssä korttelisuunnitelmassa pysäköinnin rakennusala oli asetettu erittäin suurpiirteisesti. Korttelisuunnitelmassa kolmelle rakennusmassalle oli suunniteltu 279 autopaikkaa, kun luonnossuunnitelmiin oli onnistuttu mahdollittamaan vain 250 autopaikkaa. Lähde: Espoon kaupunki 2006.

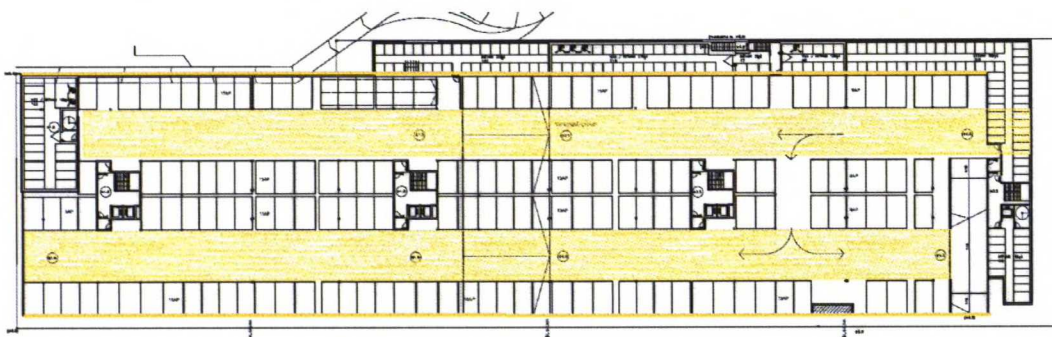
### 5.3. Erittäin korkean rakennustehokkuuden massoittelu

Edellinen esimerkki oli lähtökohdiltaan, eli tonttitehokkuudeltaan ja massoittelultaan haastava pysäköinnin kannalta. Parannuskeinona tähän esitettiin massoittelun muuttamista rakennusmassan korottamisella. Tällä keinolla vähennettiin huomattavasti luvussa 5.1 läpi käytyjä rakenteellisia haasteita, sekä mahdollistettiin suuremman aputilojen määrän sijoittaminen pohjakerrokseen. Tässä esimerkissä pienellä asemakaavamuutoksella oli mahdollisuus välttää lähes kokonaan autopaikkojen sijoittaminen rakennusmassan alle. Korkeammalla tonttitehokkuudella edes optimaalisella rakennusmassoittelulla ei voida välttää rakennusmassan alle meneviä autopaikkoja. Toisaalta myöskään rakennusmassan korottaminen ei ole aina kaupunkikuvallisista syistä mahdollista. Seuraavassa esitellään esimerkki, jossa ainoa mahdollisuus toteuttaa autopaikat omalla tontilla on luonnostella ne rakennusmassan ja muiden tilojen kanssa yhtä aikaa kaavoitusvaiheessa.

Helsingin Lauttasaaressa on kaavamuutoksen alaisena toimistorakennustontti, jota ollaan muuttamassa asuinrakennustontiksi. Arkkitehti on luonnostellut tontille asemakaavaluonnoksen tonttitehokkuudella 2,24. Kerroksia on 1, 5 ja 7. Taulukosta 5 (musta ympyrä) nähdään, että tonttitehokkuus ja rakennusala muodostavat äärimmäisen haasteellisen lähtökohdan pysäköinnin mahdollittamiselle omalle tontille. Edellisessä esimerkissä ratkaisuna esiteltiin rakennusmassan korottamista. Tässä kohteessa tämä ei kuitenkaan ole kaupunkikuvallisesti mahdollista, ja pysäköinti joudutaan kaavatehokkuudesta johtuen järjestämään rakennusmassan alle.



Voimassa olevassa asemakaavassa pysäköintihallille on tilavaraus kahteen tasoon, mutta uudessa luonnoksessa se on saatu mahtumaan yhteen. Kellarikerros vie koko tontin alan ja se on käytetty pysäköintitilaksi ja aputilaksi (kuva 31). Pysäköintialue on tehokkaan muotoinen suorakulmio. 8 metriä leveät ajoväylät, 2,7 metriä leveät pysäköintiruudut ja maanalaisen autohallin ajoluiska johtavat kuitenkin  $31,7 \text{ m}^2/\text{ap}$  autopaikkatehokkuuteen, mikä on keskimääräistä tehokkuutta heikompi. Kokonaisuutena kellarikerros on kuitenkin tehokas: Tontin ala on käytetty kokonaisuudessaan hyväksi, porrashuoneet ovat poistumisteinä tasaisin välimatkoin, aputiloissa ei ole ylimääräistä käytätilää, ja ajoluiska on sijoitettu kohtaan, jossa on pienin korkeusero katutasoon.



Kuva 31: Kellarikerros, jossa ajoväylä merkitty keltaisella.

Hyvin suunnitellun pysäköintikerroksen päälle on haasteellista suunnitella toimiva rakennusmassa siten, että esimerkiksi asutopohjat eivät kärsi. Myös porrashuoneitehokkuudesta – eli porrashuoneiden sopivasta määrästä ja koosta suhteessa asuntoihin – tulee helposti tehoton. Luonnoksessa neljä rakennusmassaa on kuitenkin sovitettu lähes täysin alla olevan kahden ajoväylän pysäköintiruudukon moduuleihin (kuva 32). Huomioitavaa on, että ainoastaan yksi lyhyt ulkoseinälinja on moduulin ulkopuolella. Lammellimassa kulkee poikittaissuunnassa ajoväylän yli 8 kertaa, mutta ainoastaan kahden porrashuoneen kohdalla kantava seinälinja kulkee ajoväylän pituussuunnassa. Suurin osa rakennusmassasta on pysäköintiruudukkojen päällä, joissa pilarien sijoittelu on vapaampaa kuin ajoväylällä.



Kuva 32: Asuinkerros. Keltaisella ajoväylät ja pysäköintiruudukon päädyt. Rakennusmassat sovitettu tontille autopaikkojen mukaisesti.

Luonnoksessa on hyvää myös autopaikkojen väljä mitoitus. Liikuntarajoitteisten paikkoja lukuun ottamatta kaikki autopaikat on mitoitettu 2,7 metrin levyiseksi. Useissa tapauksissa jo luonnosvaiheessa ruudut on piirretty 2,5 metriä leveäksi, mikä ei jätä varaa rakenteellisille ratkaisuille. Leveät autopaikat heikentävät autopaikkatehokkuutta, mutta tilanteessa jossa yläpuolella on rakennusmassa, on oltava varmuutta rakenteellisille muutoksille. Tässä luonnoksessa pilarit ovat useassa kohdassa neljän pysäköintiruudun välein. Esimerkiksi 108 m<sup>2</sup> päätyasunnot – linjassa, jossa on 5 kerrosta – on kannatettu kellarikerroksessa ainoastaan nurkistaan siten, että jännevälit palkeille tulevat olemaan yli 10 metriä. Kun autopaikat on mitoitettu alusta alkaen varman päälle, rakennussuunnitteluvaiheessa on tarvittaessa helpompi lisätä pysäköintiruutujen väliin lisäpilarit.

Luonnoksen autopaikkamäärä 1 ap / 96 k-m<sup>2</sup> on suurempi kuin todennäköinen asemakaavavaatimus. Tämä lisää pelivaraa tarkempaan suunnitteluvaiheeseen. Yleinen virhe on olla ottamatta huomioon esimerkiksi rakenne- ja LVI-suunnittelusta aiheutuvia yllättäviä autopaikkamenetyksiä. Toisaalta on myös oltava varasuunnitelma ylimääräisille paikoille. Kun asemakaava on vahvistunut, ja toisaalta voidaan olla varma riittävästä autopaikkamäärästä, ylimääräiset autopaikat kannattaa useimmiten jättää rakentamatta. Tällöin on hyvä muistaa yksinkertaisuuden tavoittelu: Jos esimerkiksi perustukset joudutaan joka tapauksessa kaivamaan samaan tasoon, voi jonkun osan rakentamatta jättäminen aiheuttaa turhaa monimutkaisuutta. Ylimääräinen tila kannattaa päinvastoin yrittää käyttää rakennuksen yksinkertaistamiseen. Esimerkiksi pihakannen ja rakennusmassan liitoksen yksinkertaistaminen voi onnistua autohallia sopivasti pienentämällä. Rakentamatta jättämisen vaihtoehtona voi autopaikkojen tilalle rakentaa esimerkiksi varastoja. Varastojen mahdollinen rakennusoikeuden käyttäminen täytyy kuitenkin ottaa huomioon.

Kahdeksan metrin ajoväylä on RT-kortin mitoituksen mukainen ja suurempi kuin vielä nykyäänkin yleisesti käytettävä 7 metriä. Kuten luvussa 5.1.1 todettiin, rakennusvalvonta on myös tietyissä kohteissa antanut tarvittaessa käyttää jopa 6 metrin ajoväylää. Jos ajoväylän kavennuksesta saavutetaan hyötyä muissa suunnitteluratkaisuisa, kannattaa se tehdä, koska ajoväylän kaventaminen parantaa autopaikkatehokkuutta. Esimerkikohteessa 7 metrin ajoväylän autopaikkatehokkuus olisi 5,7 % tehokkaampi kuin 8 metrin ajoväylä, ja 6 metrin ajoväylä 11,4 % tehokkaampi. Esimerkissä ajoväylän leveys vaikuttaa asuntopohjiin, asuntokokoihin, rakennusten muotoihin ja kerrosalaan.

Hyvästä massoitelusta huolimatta Lauttasaaren hanke on erittäin kallis ja haasteellinen toteuttaa johtuen ahtaasta tontista ja porrastetusta rakennusmassasta. Kellarikerros vie koko tontin alan ja rakennus sisältää paljon haasteellista kansirakenteen ja rakennusmassan yhteenliittymää. Liikuntasuunnittelun on kiinnitettävä erityishuomio. Lisäksi yläpuolisen tilan muuttaminen myöhemmässä suunnitteluvaiheessa on äärimmäisen haastavaa. Luonnossuunnitelmien merkitys kellaripysäköintiratkaisuisa korostuu. Kaavatehokkuus huomioon ottaen esimerkkiluonnos on kuitenkin erinomainen



esimerkki pysäköintiratkaisun optimoinnista. Asemakaava määrittelee varsinkin korkean tonttitehokkuuden kaavoissa rakennuksen massoittelemalla hyvin tarkasti. Voidaan todeta, että jos asuntopohjia ja autopaikkoja ei olisi luonnosteltu ennen asemakaavan ja rakennusmassoittelemalla vahvistumista, hankkeessa ei olisi pystytty pääsemään edellä kuvattuun yhteensopivuuteen ja sitä kautta tehokkuuteen.

Toisaalta on myös tiedostettava suunnittelun erilainen luonne kellaripysäköintitapauksessa. Jos autohalli on riippumaton muista tiloista, luonnosvaiheessa ei ole tarpeen suunnitella autopaikkoja ylileveiksi, koska se heikentää autohallitehokkuutta ja lisää samassa suhteessa kustannuksia. Pilarien lopulliset paikat voidaan tällöin hyvällä suunnittelulla ottaa huomioon jo ensimmäisistä luonnoksista lähtien, kun taas kellaripysäköintiä luonnosteltaessa tätä on liki mahdoton tehdä. Esimerkissä nähtiin myös, että toinen autopaikkatehokkuuteen vaikuttava tekijä ajoväylän leveys voi riippua kellaripysäköinnissä monesta tekijästä. Näistä syistä johtuen rakennusrungon alapuolisessa pysäköinnissä autopaikkatehokkuudesta muodostuu poikkeuksetta heikompi verrattuna asuinrakennuksen viereiseen autohalliin.

## 6. Pysäköinnin korkeusasemoinnin vaikutus suunnitteluratkaisuun

Luku 4 käsitteli rakennustehokkuuden kautta projektilaajuuden vaikutusta pysäköinnin järjestämiseen. Kun luku 5 käsitteli pysäköinnin asemointia horisontaalisesti suhteessa asuinrakennukseen, käsittelee tämä luku ikään kuin pysäköinnin vertikaalista asemointia. Horisontaalisen asemoinnin lisäksi myös vertikaalinen asemointi on otettava huomioon asetettaessa rakennusala pysäköinnille. Korkeusasemalla on myös suora vaikutus pysäköintiratkaisun toteutettavuuteen, kuten luvussa 3.3 todettiin. Lisäksi korkeusasemalla on riippuvuus myös rakennusten massoitelun kanssa, kuten luvun 5.2 esimerkissä huomattiin. Esimerkissä pysäköintiratkaisua paranneltiin korottamalla rakennusta yhdellä kerroksella. Tällöin parantunut autopaikkatehokkuus lisäsi aputilojen määrää pohjakerroksessa. Vastaava määrä aputiloja täytyisi muuttaa esimerkiksi asunnoiksi ensimmäisessä maanpäällisessä kerroksessa. Tämä taas voi vaatia maanpäällisen kerroksen korkeusaseman nostoa tai pohjakerroksen muuttamista kellarikerroksesta maanpäällis-kerrokseksi.

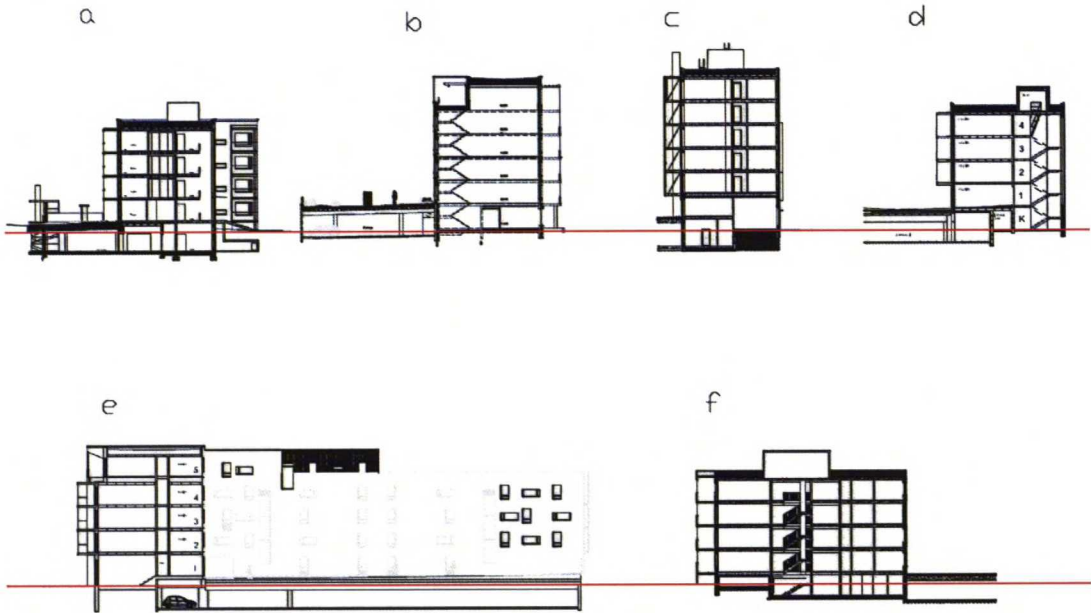
Luvun 6 tarkoituksena on käydä läpi tekijät jotka vaikuttavat pysäköinnin korkeusasemaan, sekä selvittää kuinka niihin voidaan vaikuttaa. Lisäksi luvussa lasketaan rakennusosa-arviolla karkea suuruusluokallinen maanalaisen autohallin lisäkustannus verrattuna maanpäälliseen halliin.

Tontti ja ympäristö asettavat ulkoisia tekijöitä, jotka vaikuttavat pysäköintihallin korkeusasemaan. Tontin topografia, pohjaolosuhteet ja pohjavesi asettavat usein korkeusasemalle rajoituksia. Kaupunkikuvallisista syistä rakennuksen ylintä korkeusasemaa saateen rajoittaa, mikä ajaa myös pysäköinnin helposti mahdollisimman alhaiselle tasolle. Samoin käy kun pysäköintihallin halutaan maisemoitua sulavasti olemassa olevaan maanpintaan, jotta vältetään seinämäisiä osia piha-alueella. Näiden ulkoisten tekijöiden lisäksi korkeusasemaa asetettaessa on otettava huomioon sen vaikutukset erityisesti vieressä olevan asuinrakennuksen ensimmäisen kerroksen tilakäyttöön. Korkeusasemointi vaikuttaa myös ajoluiskien pituuteen.

Kuvassa 33 on esitetty 6 asuntokohteen leikkauskuva, josta ilmenee pysäköintihallin korkeusasemointi suhteessa asuinrakennukseen, sekä maanpinnan likimääräinen sijainti. Kohteessa a halli jatkuu rakennusrungon sisään, ja se sijaitsee kokonaisuudessaan maanpinnan alapuolella. Kohteen b suunnitteluratkaisu on kaikin tavoin päinvastainen: Pysäköintihalli sijaitsee erillisenä runkona asuinrakennuksen vierellä, ja halli sekä asuinrakennus ovat kokonaisuudessaan maanpäällisiä. Muissa kohteissa autohallit ovat joko puolikerrosta tai kokonaan maan alapuolella. Neljässä kohteessa kuudesta autohalli jatkuu asuinrakennuksen alle. Kahdessa kohteessa osa kellarikerroksesta on kaivamaton tai ryömintätilallista. Kolmessa kohteessa on liiketilaa ensimmäisessä kerroksessa



kadun puolella. Kaiken kaikkiaan leikkauskuvista saa hyvän käsityksen tyypillisimmistä autohallin ja asuinrakennusten korkeusasemoinneista.



Kuva 33: Kuvassa on 6 esimerkkileikkausta todellisista kohteista. Leikkauksista saa hyvän käsityksen autohallin ja asuinrakennusten keskinäisistä korkeusasemoinneista, sekä korkeusasemoinneista maanpinnan suhteen.

## 6.1. Maanalaisen autohallin lisäkustannus

Koska edellä mainitut kohteet a ja b kuvassa 33 edustavat vastakkaista korkeusasemointia, tehdään karkea rakennusosatasoinen laskelma tämän korkeusasemaeron kustannuksista. Teoreettiseksi tilanteeksi oletetaan sekä autohallin, että siihen liittyvien rakennusten alimman kerroksen muuttuminen maanpäällisestä kerroksesta maanalaiseksi kerrokseksi. Todellisuudessa tätä teoreettista tilannetta muuttaa usein asuinrakennuksen ensimmäisen kerroksen käyttö: Ensimmäistä maanpäällistä kerrosta ei voida yleensä suoraan sellaisenaan muuttaa kellarikerrokseksi. Laskelman lähtökohdaksi otetaan autopaikkatehokkuus  $30 \text{ m}^2/\text{ap}$  (sisältää autopaikat, liikennealueet ja ajoluiskan), ja että asuinrakennuksen rakennusala on 67 % autohallin rakennusala (esimerkiksi 1 ap /  $80 \text{ k-m}^2$  ja 4 asuinkerrosta, jolloin jokaista  $30 \text{ ap-m}^2$  kohti on noin  $20 \text{ m}^2$  asuinrakennuksen rakennusalaa). Kaivuun ero on 3,0 metriä. Ulkoseinän määränä autopaikkaa kohti on käytetty 3 metriä kylmän tilan ulkoseinää ja 4 metriä lämpimän tilan ulkoseinää. Laskelma on erittäin karkea johtuen lukuisista muuttujista, ja sen tarkoitus on vain antaa suuruusluokallinen minimikustannus.

Laskennan yhtenä haasteena on maanalaisen hallin ajoluiskan huomioon ottaminen. Luiskan pituus voi olla täyden 3 metrin korkeuserolla ja 1:10 -kallistuksella yli 30 metriä. Ajoluiska voi sijaita kokonaan rungon sisällä, tai se voi olla luiskana rakennuksen

ulkopuolella. Rungon sisällä oleva luiska lisää autohallin bruttoalaa 100–200 m<sup>2</sup>. Ulkopuolella oleva luiska täytyy kattaa ja varustaa sulatusjärjestelmällä, tai huolehtia muulla tavalla sen sulana pysymisestä, sekä pengertää maa reunoilta. Ajoluiskan kustannukset eivät riipu suoraan autopaikkamäärästä. Laskelman ajoluiskana on käytetty rungon sisäpuolista luiskaa, kooltaan 6 m \* 30 m, ja autohallin autopaikkamääränä asuntokohteelle tyypillistä keskikokoista 50 autopaikan hallia.

Rakennusosien hinnat on otettu Talonrakennuksen kustannustieto 2013 –julkaisusta käyttäen hintatasoa 83. Tämän lisäksi kustannustietoa on täydennetty puuttuvan tiedon osalta rakennusliikkeessä olevalla kustannustiedolla. Laskelma on siis herkkä paitsi rakennusosamäärissä tehdyille valinnoille, myös kustannustiedon objektiivisuudelle.

**Taulukko 5: Rakennusosa-arviomenetelmällä tehty laskelma maanalaisen ja maanpäällisen autohallin kustannuserosta autopaikkaa kohden.**

Rakennusosa	yks/ap	€/yks	€/ap
MAA- JA POHJARAKENTEET			
Kaivu, autohalli, asuinrak. ja ajoluiska	1,67 * 30 * 3,0 m <sup>3</sup>	4,10	616
Kaivu, vieruskaivannot	7,0 * 3,0 * 1,5 m <sup>3</sup>	4,10	129
Kaivuumaiden poiskuljetus	150 + 32 m <sup>3</sup>	15,00	2 727
Vierustäyttö, kaivannot	32 m <sup>3</sup>	32,00	1 008
ULKOSEINÄMUUTOKSET			
Maanpaineisinä, kylmä autohalli	3,0 * 3,0 m <sup>2</sup>	180,00	1 620
Maanpaineisinä, lämmin asuinrakennus	4,0 * 3,0 m <sup>2</sup>	200,00	2 400
Ulkoseinä, kylmä autohalli, tiililaatta	– 3,0 * 3,0 m <sup>2</sup>	160,00	– 1 440
Ulkoseinä, lämmin asuinrakennus, SW, tiililaatta	– 4,0 * 3,0 m <sup>2</sup>	330,00	– 3 960
Sis. kellarin seinien vedeneristys, bitumi	21 m <sup>2</sup>	0,00	0
BRUTTOALAN LISÄYS			
Ajoluiskan perustus, keskikokoinen	30 + 6 j <sub>m</sub>	48,00	1 728
Ajoluiskan alapohja, maanvarainen	(30 * 6,0) / 50 m <sup>2</sup>	40,00	144
Ajoluiskan väliseinä	(30 * 2,5) / 50 m <sup>2</sup>	70,00	105
Ajoluiskan yläpohja	(30 * 6,0) / 50 m <sup>2</sup>	110,00	396
Maanpaineisinä, kylmä autohalli	(11 * 3,0) / 50 m <sup>2</sup>	240,00	158
Sis. kellarin seinien vedeneristys, bitumi	(11 * 3,0) / 50 m <sup>2</sup>	0,00	0
TALOTEKNIikka			
Tuloilmakone	1 erä / 50 ap	4 110	82
Tuloilmakoneet ja -päätelaitteet	30 m <sup>2</sup>	8,70	261
Savunpoiston tehostus	1 erä / 50 ap	5 000	100



Perusvesipumppaamo	1 erä / 50 ap	2 000	40
Lisäykset johto- ja putkimääriin	1 erä / 50 ap	1 000	20
MUUTA			
Poistumisteiden porrarakennelmat	1 erä / 50 ap	5 000	100
Kaivantojen tuenta	1 erä / 50 ap	10 000	200
Rakennusajan pidentyminen	0,5 kk / 50 ap	100 000	1 000
Työmaakustannus, ALV 0 %			<b>7 435</b>
Työmaakate 10 %			826
			<b>8 261</b>
ALV 24 %			1 983
			<b>10 112</b>
Projektikehityskate ja rahoituskulut 15 %			1 537
Verollinen omakustannushinta			<b>11 780</b>
			<b>€/ap</b>

Laskelmaa mahdollisesti pienentäviä tekijöitä ovat:

- Rinnetontin edullinen muoto
  - Kaivuumassojen pienentyminen
  - Ajoluiskan lyhentyminen
- Huonot pohjaolosuhteet
  - Massanvaihto – kaivuu joudutaan joka tapauksessa tekemään
  - Paalutus – paalujen lyhentyminen
- Lyhyt kaivuumaisten poiskuljetus
- Kalliimpi ulkoseinätyyppi, esimerkiksi graniittipinta
- Rakennusten geometria
  - Ulkoseinä- ja vieruskaivantomäärien muuttuminen

Laskelmaa mahdollisesti suurentavia tekijöitä ovat:

- Perustussyvyyden aleneminen
  - Vedenpaineen kestävä pohjalaatta
  - Perusvesipumppaamon lisääminen
- Ilmanvaihto
  - Ulkoseinässä olevien korvausilmasäleikköjen muuttaminen pihakannen läpäiseviksi tuloilmaventtiileiksi ja siihen liittyvät kanavoinnit
  - Koneellinen tuloilma

- Savunpoisto
  - Maanalaiselle kerrokselle tiukemmat savunpoistomääräykset
- Ahdas tontti tai huonot pohjaolosuhteet
  - Kaivantojen ponttaaminen tai muu tuenta
  - Kaivantojen työnaikainen kuivanapito
  - Louhinta
- Rakennusten geometria
  - Ulkoseinä- ja vieruskaivantomäärien muuttuminen
- Poistumisteiden porrarakenteet
- Asuinrakennuksen kellaritilan osittainen käyttämättömyys
  - Kaivamaton tai ryömintätilallinen tila – tila joudutaan myös maanalaisessa ratkaisussa tekemään maanpäällisenä
- Rakennusajan pidentyminen

Laskelma antoi tulokseksi maanalaiselle hallille noin 11 800 € lisäkustannuksen autopaikkaa kohden maanpäälliseen halliin verrattuna. Laskelmassa ajoluiskan osuus kustannuksesta on 4 011 €. Jos maanpinnan luonnollisella vaihtelulla voidaan vähentää ajoluiskaa ja kaivuun määrää, voidaan jäädä alle 10 000 € lisäkustannukseen. Toisaalta edellä on listattu paljon olosuhteista riippuvia suunnitteluratkaisuja, jotka voivat nostaa kustannusta helposti usealla tuhannella eurolla autopaikkaa kohden. Merkittävin näistä toteutuu jos perustussyvyys laskee pohjaveden tai tulvavesirajan alapuolelle. Seuraavassa taulukossa on laskettu lisäkustannus edellä mainitun 11 800 € päälle, jos alapohja joudutaan ankkuroimaan vedenpaineen nosteelle, kellarin maanpaineseinät paikallavalamaan vedenkestävällä betonilla, sekä vesieristämään bentoniittimatolla.

**Taulukko 6: Lisäkustannus taulukkoon 5 jos pohjaolosuhteet ovat erityisen haastavat.**

Rakennusosa	yks/ap	€/yks	€/ap
Vedenpaineen kestävä alapohja	50 m <sup>2</sup>	85,00	4 259
Bentoniittieristys	50 m <sup>2</sup>	30,00	1 503
Teräspaalut, vetojännitystä kestävät	75 jm	98,00	7 365
Kalliokärjet	5 kpl	64,00	321
Paikallavalettu kylmän tilan kellarinseinä, vedenkestävä	9 m <sup>2</sup>	240,00	2 160
Paikallavalettu lämpimän tilan kellarinseinä, vedenkestävä	12 m <sup>2</sup>	260,00	3 120
Kellarinseinän vedeneristys, bentoniitti	21 m <sup>2</sup>	30,00	630
Maanvarainen alapohja	– 50 m <sup>2</sup>	40,00	– 2 004
Kantava alapohja	– 50 m <sup>2</sup>	87,00	– 4 359
Maanpaineseinä, kylmä autohalli	– 9 m <sup>2</sup>	180,00	– 1 620
Maanpaineseinä, lämmin asuinrakennus	– 12 m <sup>2</sup>	200,00	– 2 400
Rakennusajan pidentyminen	0,01 kk	100 000	1 000



Lisäkustannus taulukkoon 5, kun vertailussa <b>maanvarainen alapohja</b> , katteeton työmaakustannus, ALV 0 %			14 333
<b>Verollinen omakustannushinta</b>			<b>22 710</b>
Lisäkustannus taulukkoon 5, kun vertailussa <b>kantava alapohja</b> , katteeton työmaakustannus, ALV 0 %			11 978
<b>Verollinen omakustannushinta</b>			<b>18 989</b>

Edellä esitettyjen laskelmien yhteisvaikutuksena maanalaisen hallin kustannuslisä maanpäälliseen halliin verrattuna voi olla 35 000 € autopaikkaa kohden. Laskelmaa edelleen voisi suurentaa esimerkiksi louhintaa. Lisäksi asuinrakennuksessa tapahtuviin suunnitelmamuutoksiin ei otettu kantaa. Laskelma oletti, että koko vieressä oleva asuinrakennuksen korkeusasemaa lasketaan kokonaisuudessaan maan alle. Todennäköisesti osa näistä tiloista joudutaan myös maanalaisessa tapauksessa rakentamaan maan päälle, mitä ei laskelmissa otettu huomioon.

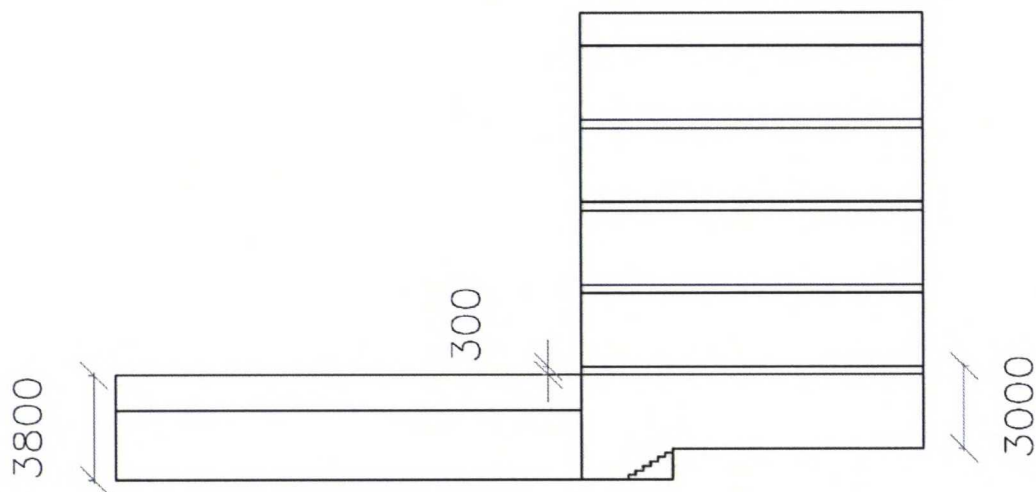
Kaiken kaikkiaan edellä esitettyjen laskelmien, taulukoiden 5 ja 6, tarkoituksena oli osoittaa, että autohallin korkeusasemoinnilla on suuri merkitys suunnitteluratkaisun taloudellisuuteen. Maanalaisen ja maanpäällisen autohallin luotettavan kustannuseron saamiseksi täytyisi tutkia laajaa empiiristä aineistoa sekä tarkentaa määrä- ja kustannustietoja. Tuloksena saatu 35 000 € kustannusero maanalaisen- ja maanpäällisen autohallin välillä on kuitenkin linjassa luvussa 2.5 esitettyyn rakenteellisen autohallin kustannushaarakkaan.

## 6.2. Autohallin korkeusaseman vaikutus viereiseen asuinrakennukseen

Koska asuntokohteen omalla tontilla oleva autohalli käytännössä aina kytketään tilana varsinaisen asuinrakennuksen viereen, on hallin korkeusasemalla suuri vaikutus myös asuinrakennuksen korkeusasemaan. Lähtökohtana on ymmärrettävä autohallin ja asuinrakennuksen kerroskorkeuksien ero, ja että asuinrakennuksen toisen kerroksen lattian on oltava kansipihaa korkeammalla, jotta kerros voidaan hyödyntää asunnoilla.

Autohallin kerroskorkeus lattiasta kansipihan maanpintaan riippuu yläpohjarakenteesta. Vapaan ajoväylän >2500 mm päälle tulee noin 1000...1500 mm yläpohjarakenne, joka koostuu kantavasta rakenteesta, lämmöneristeestä ja piharakenteen rakennekerroksista. Ajoväylän yli menevät palkit suurentavat yläpohjarakenteen kokonaispaksuutta. Asuinrakennuksen tyypillinen kerroskorkeus on noin 3000 mm. Koska se on vähemmän kuin autohallin kerroskorkeus, ja sen on yletyttävä korkeammalle kuin autohallin maanpinta, on asuinrakennuksen pohjakerroksen korko tyypillisesti 500...1500 mm autohallia korkeammalla. Kuva 34 esittää tämän kerroskorkeuksista tulevan perusasemoinnin. Kuvas- ta nähdään myös, että vaikka autohalli sijaitsisi kokonaan asuinrakennuksen rungon ul-

kopuolella, täytyy autohallin korkeusasemaa usein jatkaa asuinrakennuksen puolelle, jotta myös suuremmilla korkeuseroilla voidaan toteuttaa kulkuyhteys näiden välillä.



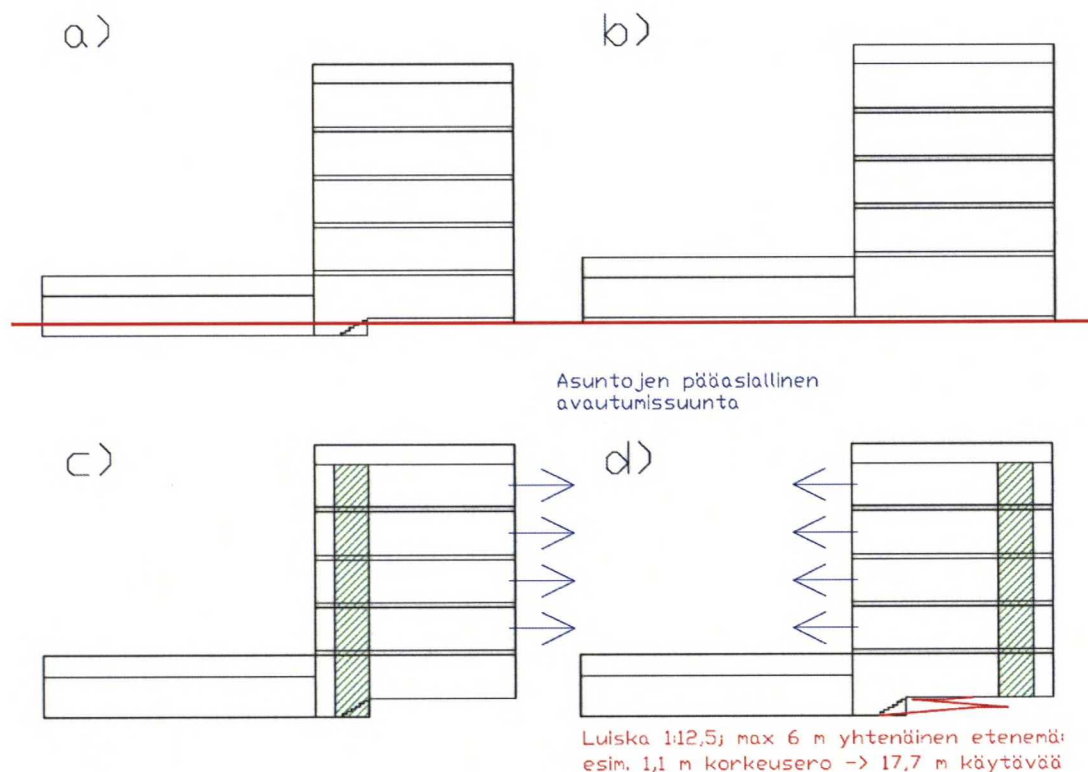
**Kuva 34: Asuinrakennuksen ja autohallin kerroskorkeuksien perusasetelma, mikä kuvastaa näiden korkeusasemaeron.**

Pohjakerroksen ja asuinrakennuksen korkeuserosta päästään eroon tekemällä myös pohjakerros korkeammalla kerroskorkeudella. Tämä lisää rakennuskuutioita ja nostaa rakennuksen ylintä korkeusasemaa (kuva 33.a-b). Toisaalta tällöin autohalli voidaan nostaa kokonaisuudessaan maan päälle, mikä vähentää kaivuun ja ajoluiskan määrää, sekä yhtenäinen perustussyvyys helpottaa maa- ja pohjarakennustöitä. Korkeampi kerroskorkeus pohjakerroksessa soveltuu hyvin esimerkiksi liiketilalle. Toisaalta pihakannella on usein pelastustie, tai vähintäänkin huoltoajon on päästävä pihakannen päälle. Tällöin täysin maanpäällinen esimerkiksi 3,5 metriä korkea halli vaatii 42 metriä pitkän 1:12-kaltevan ajoluiskan kannen päälle.

Korkeusasemaan vaikuttaa myös porrashuoneen sijainti, koska porrashuoneessa olevalla kahteen suuntaan avautuvalla hissillä voidaan toteuttaa esteetön kulku autohalliin. Jos porrashuone on rakennuksen autohallin puoleisella sivulla, ei autohallin ja asuinrakennuksen välinen korkeusero muodosta ongelmaa esteettömän kulkureitin suunnittelussa (kuva 33.c). Jos porrashuone on puolestaan toisella puolella rakennusta, voi metrinkin korkeusero olla mahdollon toteuttaa määräysten mukaisella luiskalla (kuva 33.d). Porrashuoneen sijainti määräytyy asuntojen avautumissuunnalla. Näin ollen jos asuntojen avautumissuunta on autohallin puolelle, korkeusero autohallin ja asuinrakennuksen välillä kannattaa pitää alle 0,5 metrissä, jotta pisin mahdollinen 6 metrin yhtäjaksoinen luiska riittää kattamaan korkeuseron. Käytännössä yli metrin korkeuserolla voi olla kannattavampaa käyttää nostinta, jotta hankalat ja kalliit rungon sisäiset luiskat eivät lisää kohtuuttomasti bruttoneliöitä. Autohallin puolelle tehtävät luiskat vievät helposti yhden autopaikan.



Jos asunnot avautuvat pääasiassa pihakannelle päin, on otettava huomioon sinne avautuvien parvekkeiden kannatus. Parvekepillarit ja -pielet sattuvat harvoin autohallin pilarien kanssa samaan linjaan. Näin ollen parvekkeet täytyy ripustaa rakennusrunkoon ulokkein tai vetotangoin. Ulokeparvekkeet ovat aiheuttaneet ontelolaattavälipohjiin kiertymäeroja, sekä parvekelaattoihin taipumia.



**Kuva 35:** a)-b): Asuinrakennuksen tavallista korkeampi pohjakerros tasoittaa asuinrakennuksen ja autohallin korkeusasemaeron. c)-d): Asuntojen avautumissuunta, ja sitä kautta porrashuoneen ja hissin (vihreä alue) sijainti vaikuttaa autohallin esteettömään kulkuun.

Autohallin ja asuinrakennuksen korkojen asettaminen monimutkaistuu jos autohalli on laaja, siihen liittyviä asuinrakennuksia on useita, ja maanpinnan korko tontilla on muuttuva. Myös autohallin korkeusasema voi olla muuttuva, mutta tässä tapauksessa olisi tehtävä pieneen kohteeseen verrattuna enemmän osaoptimointia. Laaja autohalli muuttuvassa ympäristössä johtaa helposti osassa kohtaa tehottomiin korkeusasemaratkaisuihin. Toisaalta muuttuva ympäristö tarjoaa myös mahdollisuuden ajoluiskan sijainnin optimoinnille.

### 6.3. Asuinrakennuksen pohjakerroksen tilankäyttö

Luvussa 5.1 todettiin, että autohallin osittaista sijoittamista asuinrakennuksen rungon alle kannattaa välttää, koska sillä on suuri vaikutus asuntojen suunnitteluun ja ennen

kaikkea suunnitelmien muuntojoustavuuteen. Pääasiallinen ja helposti ymmärrettävä syy tähän on tilanpuute tontilla. Esimerkin 5.2 mukaisesti voimme todeta toiseksi syyksi myös liian vähäisen aputilan määrän asuinrakennuksen pohjakerroksessa. Kuva 36.a kuvaa tätä tilannetta. Kuvasta nähdään, että aputilan määrä ei riitä kattamaan koko pohjakerrosta. Toisaalta rakennuksen ensimmäiseen kerrokseen pääjulkisivulle ei yleensä sijoiteta asuntoja, koska niitä ei saada suunniteltua tarpeeksi rauhalliseen paikkaan. Näin ollen autohalli on sijoitettu osittain asuinrakennuksen alle. Samalla voimme huomata kuvasta 36.b saman syyn myös autohallin upottamiselle maan alle: Kuvassa autohalli on asuinrakennuksen ulkopuolella, mutta kellarikerros on jätetty osittain vakaaksi käyttämällä kaivamatonta tai ryömintätilaa. Molemmissa kuvissa 36.a ja 36.b on yhtä paljon aputilaa.

Aputiloilla tarkoitetaan asuinkerrostalossa teknisiä tiloja, kuten lämmönjakohuoneita ja sähköpääkeskuksia, sekä asukkaiden varastotiloja, kuten irtaimistovarastoja ja ulkova-linevarastoja. Pääasiassa varastotiloista johtuen aputilojen määrä riippuu pitkälti asuntomäärästä. Näin ollen aputilojen määrän osuus rakennusalaista riippuu pääasiassa kerrosluvusta. Kuitenkin myös varasto- ja muilla yhteistiloilla voi olla erilaisia tarvetta hankkeesta riippuen. Esimerkiksi yhteissaunat ja –pesulat lisäävät aputilojen määrää. Yhteistilojen osuutta rakennusalaista eri kerrosluvuilla ja erilaisilla varasto- ja yhteistilojen tarpeella täytyisi tutkia tarkemmin, mutta kokemukseräisesti voidaan sanoa, että kuusi kerrosta korkea kerrostalo ei yleensä riitä täyttämään pohjakerrosta aputiloilla.

Kuvan 36.a ja 36.b pysäköintiratkaisut voidaan parantaa kuvan 36.c ratkaisuksi, jossa autohalli on maanpäällinen ja asuinrakennuksen rungon ulkopuolella. Kuvista kuitenkin nähdään, että aputilan määrä on tässä ratkaisussa suurempi. Aputilat ovat tässä tapauksessa nähtävissä ylimääräisinä bruttoneliöinä. Ylimääräiset neliöt kannattaa käyttää mahdollisuuksien mukaan ylimääräisinä varastotiloina. Myös liiketila katutasolle soveltuu pohjakerrokseen, mutta asuntokehittäjän kannalta varastotilalle on helpompi saada parempi käyttöaste. Jos hankkeeseen on tarkoituksen mukaista suunnitella yhteissaunatila, se kannattaa tästäkin syystä sijoittaa ylimmän kerroksen sijasta pohjakerrokseen. Toinen syy tähän on ylimpien kerrosten korkeampi myyntihinta, mikä kannattaa hyödyntää asunnoilla saunatilojen sijasta.

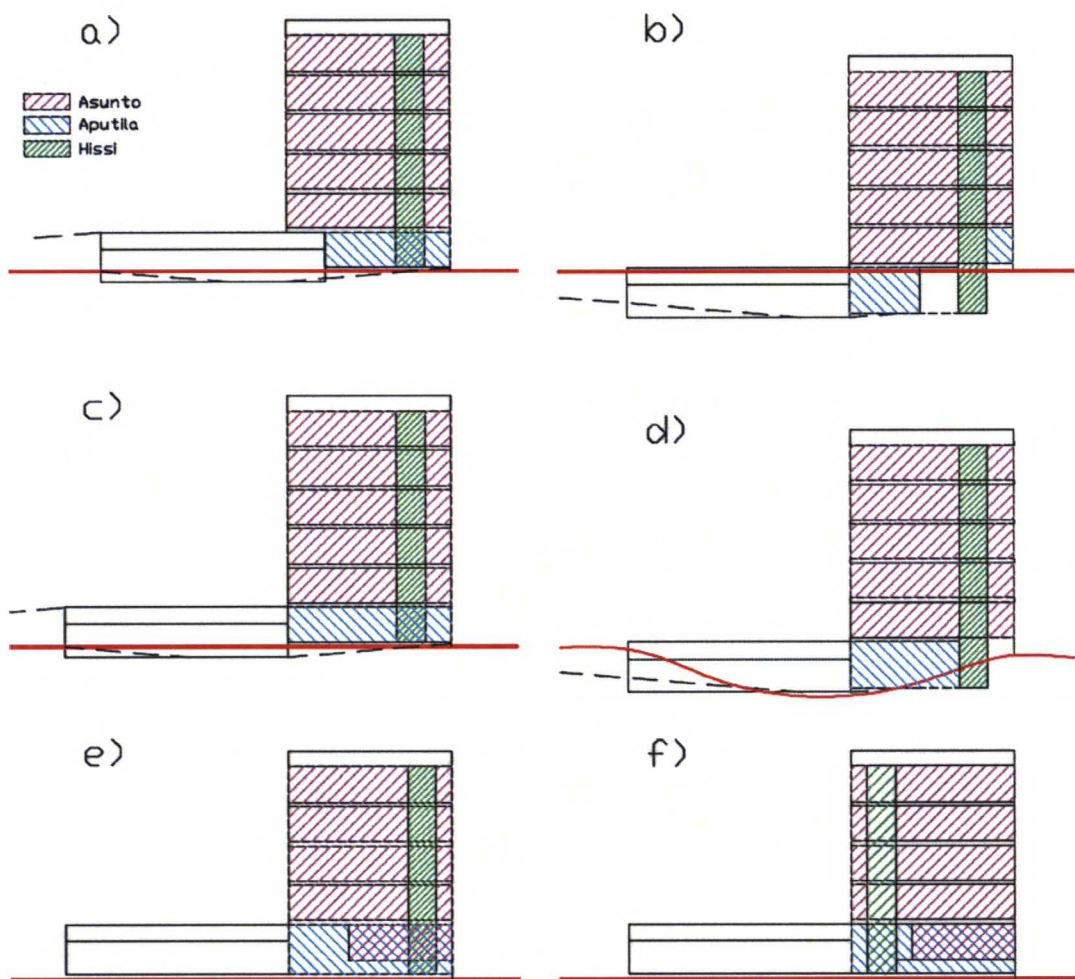
Kuvan 36.b maanalainen autohalli on yleensä osittain maanalainen johtuen maanpinnan muodoista, mikä on kuvattu kuvassa 36.d. Tällöin esimerkiksi autohalli sijaitsee pääasiassa maanpäällä, mutta maan pinta nousee asuinrakennusta kohti. Näin voi olla mahdollista hyödyntää nousevaa maata rakentamattomana tilana. Lisäksi ensimmäinen varsinainen maanpäällinen kerros voidaan hyödyntää täysimääräisesti asuntoihin, varsinkin niiltä osin rakennusta, joissa maanpinta jää selvästi lattiapintaa alemmas. Rinnetontille rakennettaessa on kuitenkin muistettava, että perustamissyvyys on usein kauttaaltaan sama, mikä vähentää hyötyä kaivamattomasta tilasta. Myös kalliorinteestä on useimmi-



ten enemmän haittaa, koska rakennusta ei voi samanaikaisesti perustaa kallion- ja maanvaraisesti, jolloin louhinta on usein välttämätöntä.

Tasaisella tonttimaalla on mahdollista päästä eroon ylimääräisen aputilan ongelmasta nostamalla osittain maantasokerrosta asunnoille sopivalle korkeudelle (kuva 36.e-f). Muualta maailmasta löytyy paljon esimerkkejä jopa kaupunkiympäristön maantasoasumisesta, josta on mahdollista kehittää urbaanin asumisen konsepti (Sopanen et al. 2007, s. 52; Pakkala et al. 2007, s. 70). Terassirakennelmat tai muut tilanjakajat rakennuksen ja kadun vieressä luovat asunnolle yksityisyyttä (kuva 37). Lattiakorkeuden on jokata-pauksessa hyvä olla vähintään metrin maanpintaa korkeammalla. Alapohja voidaan toteuttaa ryömintätilallisena. Aputilat voivat edelleen olla autohallin kanssa samassa tasossa heti maanpinnan yläpuolella. Pohjakerroksen mahdolliset kaksi eri korkoa ovat haaste kerroksen sisäisen liikenteen suunnittelulle ja voivat lisätä jonkin verran bruttoneliöitä käytävien muodossa.

Myös autotalleja voidaan käyttää hyvänä pohjakerroksen täytteenä. Kaupunkikuvallisesti niitä kuitenkin pidetään haasteellisena pääjulkisivulle sijoitettuna, mutta hyvin suunniteltuina ne ovat hyvä keino täyttää pohjakerrosta.



Kuva 36: a) Autohalli on sijoitettu rakennusrungon alle liian vähäisestä aputilan määrästä johtuen. b) Autohalli maan alla samasta syystä. c) Parempi suunnitteluratkaisu, mutta tällöin rakennuksessa on liikaa aputilaa. d) Rinnetonttia voi käyttää hyödyksi soviteltaessa autohallia ja asuinrakennusta tontille. e)-f) Nostamalla osittain ensimmäisen kerroksen lattian korkoa asuntoja varten, päästään eroon ylimääräisestä aputilasta. Jos porrashuone on pihakannen puolella (f), saadaan ensimmäiseen kerrokseen enemmän asuntoja, kun jos porrashuone on kadun puolella (e).





**Kuva 37: Maanalainen tai rungon alapuolinen autohalli voidaan välttää suunnittelemalla asuntoja ensimmäiseen kerrokseen. Kadun puolella on huolehdittava asunnon yksityisestä tilasta. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi terassirakenteella ja lattiatasoa nostamalla. Kuva: Hille Kaukonen.**

## 7. Tulosten arviointi

### 7.1. Keskeiset tulokset

Diplomityön tavoitteena oli selvittää asuntorakentamisen erilaiset pysäköintivaihtoehdot, niiden hyvät ja huonot puolet, sekä tekijät, jotka vaikuttavat pysäköintiratkaisun valintaan. Kirjallisuudessa pysäköintiratkaisut jaettiin karkeasti pysäköintialueisiin ja pysäköintilaitoksiin. Huomattiin, että pysäköinnin suunnitteluohjeeksi tarkoitetut teokset käsittelevät enimmäkseen liikelaitoksien yhteydessä olevia suuren palvelutason pysäköintilaitoksia. Yhdyskuntasuunnittelun puolella pysäköinnin järjestäminen laajemmassa mittakaavassa on erittäin tutkittu aihe. Samalla asuntorakentamisen pysäköintiratkaisut konkreettisesti mielessä ovat jääneet vähäiselle huomionarvolle. Toisaalta tonttikohtaiset autohallit – joihin moni rakenteellinen ongelma tiivistyy – voivat laajemmassa kuvassa olla vain yhden aikakauden tuote. Yhteiskäyttöautot, keskitetty ja yhteiskäyttöinen pysäköinti voivat muuttaa pysäköinnin järjestämismallia lähitulevaisuudessa. Tästä syystä on ymmärrettävää, että aiheen tutkimisessa panostetaan laajoihin näkökulmiin.

Koska kirjallisuus ei tarjonnut tarpeeksi kattavaa selvitystä erityyppisistä asuntorakentamisessa käytettävistä pysäköintiratkaisuista, käytettiin niiden selvittämisessä taustaineistona toteutuneita suunnitteluratkaisuja. Suunnitteluratkaisut jaettiin maantasopysäköintiin, maanpäälliseen ja maanalaiseen autohalliin, sekä keskitettyyn pysäköintitaloon. Lisäksi autotalleja käytetään kerrostalorakentamisessa muuta pysäköintiä täydentävinä. Empiirisen aineiston mukaan pääkaupunkiseudun viime vuosien kerrostalojen pysäköintiratkaisuina yli puolessa oli asuinrakennuksen yhteydessä oleva autohalli, joka kolmannessa keskitetty erillinen pysäköintitalo, sekä joka seitsemässä maantasopysäköinti.

Maantasopysäköinti on edullinen toteuttaa, ja hyvin suunniteltuna se on myös mahdollista toteuttaa viihtyisinä ja käyttäjäystävällisenä. Tärkeää on erottaa pysäköintialue muusta piha-alueesta ja säilyttää näköyhteys asuinrakennuksesta pysäköintialueelle. Kirjallisuudessa arvioitiin maantasopaikoituksen olevan mahdollista korkeintaan 0,7–0,8 tonttitehokkuuksilla. Tonttitehokkuuden, eli rakennusoikeuden määrän lisäksi arvioissa ei ollut otettu huomioon rakennusoikeuden jakautumista tontilla, eli rakennusala. Rakennusalan sijasta voidaan puhua myös kerrosluvusta, koska tonttitehokkuudella, rakennusosalalla ja kerrosluvulla on keskinäinen riippuvuus. Diplomityössä selvitettiin, että lisäämällä tähän riippuvuuteen myös autopaikkojen määrän, eli autopaikkainormin, sekä yhden autopaikan viemän tilan, eli autopaikkatehokkuuden, saadaan tietää autopaikkojen viemä suhteellinen tila pihasta. Tällä menetelmällä voidaan selvittää maantasopaikoituksen toteutusmahdollisuutta pelkkää tonttitehokkuutta arvioimalla tarkemmin. Kun empiirisessä aineistossa maantasopaikoitus on toteutettu autopaikkojen 45 % osuudella pihasta, voidaan todeta, että esimerkiksi autopaikkainormilla 1 ap / 100 k-m<sup>2</sup> ja auto-



paikkatehokkuudella  $30 \text{ m}^2/\text{ap}$  maantasopaikoitus on mahdollista toteuttaa tonttitehokkuudella 1,2 kerrosluvun ollessa noin 7. On kuitenkin todettava, että autopaikkatehokkuudella ja ennen kaikkea autopaikkannormilla on usean kymmenen prosentin vaihteluväli, jolloin myös tonttitehokkuuden arvo voi vaihdella suuresti, koska se on lineaarisesti riippuva näistä molemmista. Autopaikkannormin pienentäminen vastaa yhtä suurta rakennusoikeuden lisäämistä. Näin ollen ei voida määrittää tonttitehokkuuden ylärajaa, jolla maantasopaikoitus on mahdollista järjestää.

Tonttikohtaisen autohallin ongelmana on sen rakenteellinen yhteenliittyminen asuinrakennukseen. Samalla sisäyhteys asuinrakennuksesta pysäköintitilaan tekee siitä monessa mielessä laadukkaimman pysäköintiratkaisun. Aineiston autohalleista noin puolet sijaitsee pääasiallisesti tai osittain asuinrakennuksen alla. Lähtökohtaisesti asuinrakennuksen runkosyvyys on pysäköintialuetta kapeampi, jolloin pysäköinnin täydellinen sijoittaminen asuinrakennuksen alle on harvinaista. Yhteensopivuusongelmia aiheuttaa porrashuone-hissi –yhdistelmän sijoittaminen pysäköintihalliin niin, että se palvelee samalla yläpuolisia asuntoja tarkoituksenmukaisesti. Lisäksi asuinrakennuksessa on paljon seinämäisiä kantavia rakenteita, joiden yhteensovittaminen alapuolella olevien autopaikkojen kanssa on haasteellista. Kantavia rakenteita ei luonnollisesti voi sijoittaa ajoväylälle, ja pysäköintiruutujen 2,5 metrin väli rajoittaa yläpuolisen tilan suunnittelua. Kuormia voidaan siirtää autopaikkojen väleihin palkkeihin tukeutuvilla palkkirakenteilla, mutta ne ovat suunnittelullisesti ja tuotannollisesti haasteellisia ja lisäävät rakennuskorkeutta. Yhtenä ratkaisuna on myös käytetty kantavien rakenteiden minimoimista käyttämällä esimerkiksi asuntojen välisinä ja porrashuoneen vastaisina seininä eikantavia seiniä. Yhteensopivuusongelmia voidaan myös kiertää poikkeamalla perustellusti suositelluista autopaikka-alueen mitoituksista.

Autohallin ja asuinrakennuksen rakenteellisen yhteensopivuuden haasteet ilmenevät kantavien rakenteiden lisäksi myös autohallin oman kansirakenneyläpohjan ja asuinrakennuksen ulkoseinän liittymärakenteessa. Liittymärakenne on aiheuttanut lämpötilaerojen ja erisuuruisten kuormien johdosta hankalasti paikannettavia vesivuotoja. Lisäksi liittymärakenne vaikuttaa rakennusjärjestykseen ja sitä kautta tuotannon sujuvuuteen. Näin ollen asuinrakennuksen parhaimman mahdollisen tilasuunnitelman, kansipihan hyvän elinkaarikestävyyden, sekä yksinkertaisen tuotannon takia autohalli ja asuinrakennus kannattaa suunnitella erikseen omina lohkoina siten, että autohalli ei sijoitu asuinrakennuksen alle.

Haasteellisiin tonttikohtaisiin autohalleihin päädytään ensisijaisesti korkeasta tonttitehokkuudesta johtuen. Liian tiivis rakentaminen pakottaa sijoittamaan toimintoja useaan tasoon, jolloin autohallin kantta voidaan käyttää pihana. Tätä kuitenkin tutkittiin tarkemmin käyttämällä edellä kuvattua mallia, joka laskee autopaikkojen suhteellisen osuuden pihasta. Aineiston suunnitteluratkaisuksista 40 % kortteleista autopaikat olisivat tonttitehokkuuden ja rakennusalan puolesta mahtuneet maantasoisesti sijoitettavaksi.

Kuitenkin vain 15 %:ssa pysäköinti toteutettiin maantasoisena. Tutkittaessa tätä tarkemmin, todettiin tonttiolosuhteiden – suojellun tontin osan tai kallioisen tontin – estävän osassa kortteleista maantasopysäköinnin toteuttamisen. Tonttiolosuhteiden lisäksi toinen merkittävä syy rakenteelliselle pysäköinnille oli rakennusten massoittelu tontille. Rakennusmassoittelussa on tärkeää mahdollistaa asunnoille hyvät asuntopohjat ja näkymät sekä luoda esteettisesti hyvää rakennettua ympäristöä. Samalla ei kuitenkaan pidä unohtaa sen vaikutusta piha-alueeseen. Rakennusmassan muutoksilla voidaan mahdollistaa autopaikoille omat erilliset piha-alueet ja välttää haasteellinen rakenteellinen paikoitus, joka voi pahimmillaan johtaa muissa tiloissa huonoihin suunnitteluratkaisuihin.

Jos nykyisillä autopaikkannormeilla 40 % pääkaupunkiseudun asuntokortteleista olisi teoreettisesti mahdollisuus toteuttaa pysäköinti maantasoisena, on selvää, että valtaosassa kohteista on tehtävä rakenteellinen pysäköintiratkaisu, tai toteutettava autopaikat keskitetysti oman tontin ulkopuolella. Tutkittaessa myös rakenteellisen pysäköinnin suunnitteluratkaisuja edelleen samalla autopaikkojen osuus piha-alueesta –tunnusluvulla huomattiin sen korreloivan hyvin sekä pysäköintiratkaisun haastavuuteen että suunnitteluratkaisun kustannuksiin. Autopaikkojen osuus pihasta on eräänlainen autopaikoituksen tiheysparametri ja rakenteellisen pysäköinnin tapauksessa sen teoreettinen tulkinta on, että yli 1,0 arvolla autopaikat joudutaan sijoittamaan asuinrakennusten alle. Luonnollisesti koko rakennuksen ulkopuolista alaa ei voi hyödyntää autohallina, jolloin pysäköinti joudutaan sijoittamaan asuinrakennuksen alle paljon tätä aikaisemmin. Aineiston mukaan yli 0,65 autopaikkatiheydellä pysäköintiratkaisu on erittäin haasteellinen sijoittaa kokonaisuudessaan rakennusmassojen ulkopuolelle. Erikseen käsiteltyssä esimerkkikohteessa autopaikkatiheyttä parannettiin lisäämällä yksi kerros rakennustehokkuuden säilyessä samana. Tämän jälkeen merkittävä osa autopaikoista onnistuttiin sijoittamaan rakennusmassojen ulkopuolelle ja pohjakerrokseen saatiin huomattava määrä lisää aputilaa. Autopaikkatiheys on teoreettinen parametri, koska se ei ota huomioon tontin muotoa ja muita paikallisia olosuhteita. Kuitenkin hankkeen alkuvaiheessa se on käyttökelpoinen yhtenä alustavana toteuttamiskelpoisuuden arvioijana. Lisäksi sen avulla voidaan vertailla kahta eri suunnitteluratkaisua keskenään.

Rakennusmassoittelu on tärkeää yritettäessä saada tontilta tilaa maantasopysäköinnille tai rakennusmassan ulkopuoliselle autohallille. Näiden lisäksi rakennusmassoittelulla on ehdottoman tärkeä rooli myös niin korkean rakennustehokkuuden tontilla, jossa ei voida välttää asuinrakennuksen alapuolista pysäköintiä. Koska autohalli vaikuttaa kantavien rakenteiden ja porrashuoneiden kautta asuntosuunnitteluun, niiden yhteensopivuudesta täytyy varmistua jo rakennusmassaa asetettaessa. Rakennusmassoittelu tapahtuu kerrostalorakentamisen alueella asemakaavassa. Jotta voidaan varmistua rakennusmassan toimivuudesta, on kellaripysäköinnin tapauksessa jo kaavavaiheessa tehtävä luonnos yläpuolisen tilan käytöstä. Samalla tämä kuitenkin johtaa suunnitelmien joustamattomuuteen, mikä korostaa luonnossuunnittelun merkitystä.



Tausta-aineiston omalla tontilla olevista autohalleista 60 % oli maanalaisia ja 40 % pääasiallisesti maan päällä olevia halleja. Suunnitteluratkaisujen teoreettiseksi ja suuruusluokalliseksi kustannuseroiksi valituilla lähtöarvoilla laskettiin rakennusosarviomenetelmällä noin 12 000 €/autopaikka. Korkeusasemointiin vaikuttaa asemakaavamääräysten ja pohjaolosuhteiden lisäksi viereinen asuinrakennus. Jo rakennusmassoitelussa on otettava huomioon korkeusasemointi, minkä osoitti esimerkki, jossa rakennusmassoitelulla lisättiin kellarin aputilan määrää 28 %. Jos näitä aputiloja ei voida korvata muualta esimerkiksi asunnoilla, voidaan ne nähdä ylimääräisinä bruttoneliöinä. Tähän perustuen autohalli saatetaan rakentaa maanalaiseksi, jolloin ylimääräinen kellaritila voidaan samalla jättää rakentamatta. Samasta syystä myös maanpäällinen autohalli sijoitetaan osittain asuinrakennuksen alle: Ylimääräinen pohjakerroksen tila ikään kuin korvataan autohallilla. Optimaaliseen tilanteeseen – maanpäälliseen ja kokonaan asuinrakennuksen vieressä olevaan autohalliin – voidaan päästä tarpeeksi korkealla rakennuksella tai käyttämällä ylimääräinen tila varastotiloina, liiketiloina, taloyhtiön saunatiloina tai asuntoina. Asuntojen lisääminen pohjakerrokseen voi vaatia alapohjan osittaista korottamista asuntojen yksityisyyden luomiseksi.

## **7.2. Tulosten luotettavuus, yleistettävyys ja kehitysehdotukset**

Diplomityössä tausta-aineistona käytettiin 46 pääkaupunkiseudun asuntokohdetta 23 korttelista. Työssä kuvattua kerrostalorakentamisen pysäköintiratkaisujen luokittelua varten lähdeaineisto lienee tarpeeksi kattava. Eri suunnitteluratkaisujen osuuksista saa riittävän suuruusluokallisen arvion.

Diplomityössä tutkittiin autopaikkatiheysparametrin toimivuutta toteutuneilla suunnitteluratkaisuilla, joissa pysäköinti oli järjestetty omalla tontilla ja joista löytyi kustannusarvio. Tutkittava kohdemäärä oli 14, joka on liian pieni pitkälle menevien päätelmien tekemiseen. Parametria pitäisi tutkia suuremmalla kohdemäärällä, ja ottaa samalla tarkemmin huomioon esimerkiksi autopaikkakustannusten erottaminen asuinrakennusten kustannuksista sekä kustannusten aikariippuvuus. Kuten nyt, tarkastelussa on otettava huomioon autopaikkojen osittainen naapuritontin puolella järjestäminen, ja tutkia parametria tonttikohtaisuuden sijaan korttelikohtaisesti.

Autopaikkatiheyden parametri ei myöskään ota huomioon tontin osia, joissa pysäköintiä ei voida järjestää. Näitä ovat muun muassa maisemallisesti suojellut tontin osat, lähtökohtaisesti suuret kalliot, sekä rakennusten ja tonttien väliset kapeat tontin osat. Parametriin voisi lisätä muuttujan, joka kuvaa näiden tontin osien ja koko tontin välistä alaa. On kuitenkin muistettava, että rakennettavuuden arvioinnissa tärkeintä on säilyttää yksinkertaisuus, ja näin ollen erilaisten muuttujien määrä on hyvä pitää pienenä.

Lisäksi jos parametria käytetään ennen rakennussuunnitteluvaihetta, on muistettava että tarkastelussa on otettava autopaikkatehokkuus huomioon esimerkiksi keskimääräisellä arvolla, mikä voi olla toteutuneessa suunnitteluratkaisussa erilainen. Samoin ennen vahvistunutta asemakaavaa on otettava huomioon autopaikkanormi sen arviolla, mikä voi muuttua asemakaavassa. Oletuksena on myös, että kaikki rakennusoikeus käytetään, jolloin käyttämätön rakennusoikeus pitäisi ottaa huomioon joko tonttitehokkuuden tai autopaikkanormin arvossa. Lisäksi asuntokohtainen autopaikkanormi voi suurentaa autopaikkatiheyden kaavassa käytettyä kerrosalapohjaista normia.

Diplomityössä onnistuttiin selvittämään joukko erilaisia hyvään ja huonoon autopaikkaratkaisuun vaikuttavia tekijöitä, sekä tapoja, joilla päästään parempaan suunnitteluratkaisuun. Näitä selvitettiin kirjallisuuden ja toteutuneiden kohteiden perusteella, ja hyvin perusteltuina niiden luotettavuus on riittävän hyvä. Luonnollisesti selvitysten taustalla vaikutti erilaiset asiantuntija-arviot, muun muassa suunnittelunohjauksen, tuotannon ja laskennan puolelta. Tuloksia tästä diplomityöstä voisi kuitenkin vielä syventää erillisellä haastattelututkimuksella, jossa lähtökohtana voisi käyttää tämän diplomityön tuloksia, ja muotoilla tutkimusongelmaksi kuinka saatuja suunnitteluratkaisujen parannuskeinoja voi käytännössä toteuttaa, ja miten hankkeen eri osapuolet, esimerkiksi tuotanto, suunnittelijat ja autopaikkojen käyttäjät näkevät nämä. Samalla voisi ottaa kantaa detaljitasen suunnitteluratkaisuihin, kuten rakennetyyppeihin ja puolilämmin halli - lämmittämätön halli -kysymykseen.



## 8. Johtopäätökset

Pysäköinti vaikuttaa tiiviin rakentamisen alueella merkittävästi asuntohankkeen toteuttamismahdollisuuteen. Tästä huolimatta siihen ei ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota asemakaavoituksessa, jossa rakentamiselle asetetaan reunaehdot. Tutkimusaineistossa oli nähtävillä, että usein rakennusmassat on suunniteltu ainoastaan ulkoisen esteettisyyden pohjalta, jonka jälkeen pysäköinnille asetetaan maanalainen rakennusala muun rakentamisen keskelle. Tällä voidaan saavuttaa monimuotoinen ja esteettinen ympäristö, mutta samalla se aiheuttaa tekemään useita kompromisseja asuntosuunnittelussa. On muistettava, ettei rakennetun ympäristön suunnittelussa ole vain yhtä oikeaa tapaa, jolloin myös pysäköinnin huomioon ottamiselle pitäisi olla mahdollisuus. Rakennusmassoittelun merkitystä täytyy korostaa, koska siihen pystytään vaikuttamaan toisin kun tonttiolosuhteisiin. Asuntorakentamisessa voidaan ajatella tärkeintä olevan mahdollisuus suunnitella asunnot täysin niiden käyttäjien tarpeiden ehdoilla. Tähän päästään parhaiten erottamalla pysäköintialue omaksi alueekseen. Nämä ehdot huomioon ottaen esteettisen ympäristön luominen ei ole mahdoton tehtävä.

Rakennusteollisuuden tavoitteena on ollut vakioda toimintatapoja nostamalla esivalmistusastetta ja käyttämällä hyväksi todettuja suunnitteluratkaisuja enemmän. Suurin potentiaali on suuren mittaluokan vakioinnissa, kuten samojen talotyyppien käyttämisessä. Samalla se on myös haasteellisempaa ympäristön muuttuessa rakennuspaikan mukana. Rakenteellisen pysäköinnin suuren mittaluokan vakioinnin voidaan ajatella olevan vielä vaikeampaa, koska se vie asuinrakennusta enemmän tilaa, jolloin tonttiolosuhteet ja tontin rajat vaikuttavat siihen enemmän. Lisäksi vaikka pysäköinnin huomioon ottamista suunnittelussa täytyy korostaa, on myös muistettava, että sen suunnittelu on tehtävä selkeästi asuinrakennuksen ehdoilla, mikä asettaa sille lisää reunaehdot. Hyvän pysäköintiratkaisun saavuttamisessa on näin ollen kyse monen tekijän osioitumisesta. Tärkeää on tuntea kaikki vaihtoehdot ja kuinka niihin päästään. Näitä asioita myös tämä diplomityö yritti osaltaan nostaa esiin.

Nykyiseen tiiviin rakentamisen alueella vallitsevaan pysäköintitapaan tonttikohtaisiin autohalleihin on sopeuduttava. Tärkeää on kuitenkin myös katsoa eteenpäin ja yrittää keksiä ratkaisuja tulevaisuuden pysäköinnin tarpeisiin ja sen kestävämpään toteutustapaan. Kestävän kehityksen kannalta olisi parempi siirtyä tonttikohtaisista autohalleista enemmän keskitettyyn malliin. Tonttikohtaisilla autohalleilla on pienempi käyttöaste, ne palvelevat vain kiinteistönsä käyttäjiä koko elinkaarensa ajan, sekä niitä on äärimmäisen vaikea muuttaa muuhun käyttötarkoitukseen. Käyttäjien näkökulmasta paras ratkaisu on monipuolinen autopaikkatarjonta. Tämä voisi olla esimerkiksi maantasopaikoitus täydennettynä pienellä autohallilla tai autotalleilla.

## Lähteet

Chrest, A. P., Smith, M. S., Bhuyan, S., Iqbal, M., Monahan, D. R. 2004. Parking Structures: planning, design, construction, maintenance, and repair. 3. painos. Boston: Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7923-7213-1.

Haahtela, Y. 2013. Talonrakennuksen kustannustieto 2013. Helsinki: Haahtela-kehitys Oy. ISBN 978-952-5403-21-3.

Irmscher, I. 2013. Parking Structures. Construction and Design Manual. Berlin: DOM publishers. ISBN 978-3-938666-95-1.

Kaikkonen, H. 2012. Autopaikotus- ja pysäköintiratkaisut kunnissa. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. ISBN 978-952-213-917-7. Saatavissa:  
[http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/autopaikotusselvitys\\_ebook.pdf](http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/autopaikotusselvitys_ebook.pdf) [18.11.2013]

Kattoliitto. 2007. Toimivat katot 2007. Helsinki: Kattoliitto. Saatavissa:  
[http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat\\_Katot\\_07.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat_Katot_07.pdf) [1.11.2013]

Kärkäs, T. 2002. Hallinnanjakosopimuksella joustavuutta toteutukseen. Maankäyttö 4/2002. S. 30-31. Saatavissa:  
[http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk402/mk402\\_196\\_karkas.pdf](http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk402/mk402_196_karkas.pdf) [19.11.2013]

Litman, T. (2013). Parking requirement impacts on housing affordability. Victoria Transport Policy Institute. Saatavissa: <http://vtpi.org/park-hou.pdf> [18.11.2013]

Maakaari (12.4.1995/540)

Maankäyttö- ja rakennusasetus (10.9.1999/895)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132)

Manville, M. 2013. Parking Requirements and Housing Development. Journal of the American Planning Association. 79:1. 2013. S. 49-66.

Moeinaddini, M., Asadi-Shekari, Z., Ismail, C. R., Zaly Shah, M. 2013. A practical method for evaluating parking area level of service. Land Use Policy. 33:6. S. 1-10.

Ojala, V., Enberg, R., Luttinen, T. 2007. Tieliikenteen palvelutason määrittäminen. Kat-saus Euroopan maiden käytäntöihin. Tiehallinnon julkaisuja 55/2007. Helsinki: Edita Prima Oy. ISBN 978-951-803-997-9. Saatavissa:  
[http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201080-vtieliikent\\_palvelutason\\_maarittam.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201080-vtieliikent_palvelutason_maarittam.pdf) [18.11.2013]

Pakkala, P., Jalkanen, R., Lindroos, A., Tasa, J., Anttila, S., Lehto, A., Ilmonen, M., Louekari, M. 2007. Kerrostalojen kehittäminen: talotyypiselvitys. Helsingin kaupunki-suunnitteluviraston julkaisuja 2007:10. ISBN 978-952-473-951-1: Saatavissa:  
[http://www.hel.fi/static/ksv/julkaisut/2007/ksv\\_julk\\_2007-10.pdf](http://www.hel.fi/static/ksv/julkaisut/2007/ksv_julk_2007-10.pdf) [19.11.2013]



Rakennustieto. 1993. RT 98–10494 Pysäköintialueet. Korvattu 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto. 1994. RT 98–10538 Pysäköintilaitokset. Korvattu 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto. 2008a. RT 98–10914 Ajoneuvojen mittoja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto. 2008b. RT 98–10915 Ajoväylät, hitaasti liikennöitävät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto. 2010a. RT 98–10986 Pysäköintialueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto. 2010b. RT 98–10987 Pysäköintilaitokset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto. 2010c. RT 98–10988 Autosuojat. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakentajain kalenteri 1994: Pysäköintitalojen runkojärjestelmät, s. 309–317. Kausijulkaisu, 78. vuosikerta. Julkaisija: Rakennusmestarien Keskusliitto RKL, Rakennustietosäätiö. Kustantaja: Rakennustieto Oy Rakentajain Kustannus. ISSN 0355-550X.

Reihe, H., Kallio, R. 2004. Pysäköinti, pihakadut ja hidaskadut tiiviissä ja matalassa kaupunkirakenteessa. Tampere: Rakennustieto Oy. ISBN 951-692-760-8.

Rönkä, K. & Rintamäki, H., Vehmas, J. & Rauhala, K. 1999. Maanalaiset pysäköintitalat kaupunkien keskustoissa: vaikutusten arviointi. Helsinki: Suomen Painotuote Oy. ISBN 951-723-345-0.

Shoup, D. C. 2005. The high cost of free parking. Chicago: Planners Press, American Planning Association. ISBN 9781884829987.

Sopanen, M., Kuusiniemi, P., Sarlin, O. 2007. Helsinkiläinen kerrostalopiha. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 2007:5. ISBN 978-952-473-864-4. Saatavissa: [http://www.hel.fi/static/ksv/julkaisut/2007/ksv\\_julk\\_2007-5.pdf](http://www.hel.fi/static/ksv/julkaisut/2007/ksv_julk_2007-5.pdf) [29.7.2013]

Suomen kuntatekniikan yhdistys. 2003. Katu 2002, katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. ISBN 952-9710-06-2.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2005. RIL 195-4-2005, Rakenteellinen paloturvallisuus – Pysäköintilaitokset. ISBN 951-758-458-X.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. RIL 165-2, Liikenne- ja väylät II. Helsinki: Otavan Kirjapaino Oy. ISBN 951-758-464-4.

The Institution of Structural Engineers. 2002. Design recommendations for multi-storey and underground car parks. 3. painos. Lontoo: The Institution of Structural Engineers. ISBN 0-901297-23-2. Saatavissa: [http://masseguridadvial.com/FILES/Underground\\_Carparks\\_EN.pdf](http://masseguridadvial.com/FILES/Underground_Carparks_EN.pdf) [12.11.2013]

Ympäristöministeriö. 2003. Asemakaavamerkinnot ja –määräykset. Helsinki: Edita. ISBN 951-37-3978-3. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=24175> (osat 1-7),  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=24175> (osat 8-13). [19.11.2013]

## Verkkojulkaisut

Elementtisuunnittelu.fi. Pysäköintilaitokset. Betoniteollisuus ry. Saatavissa:  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/pysakointilaitokset>  
[19.11.2013]

Espoon kaupunki. 2006. Suurpelto. Korttelisuunnitelma. Kaava-alue 1. Saatavissa:  
<http://suurpelto.fi/component/dpcontentplugin/files/download/33/Asemakaava%20I,%20korttelisuunnitelma.pdf> [29.7.2013]

Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta. 2012. Lausunto Elina Moision aloitteesta asumisen kustannusten alentamisesta autopaikkamääräyksiä väljentämällä. Saatavissa:  
[http://www.hel.fi/static/public/hela/Asuntotuotantotoimikunta/Suomi/Paatos/2012/Att\\_2\\_012-03-21\\_Asuntk\\_4\\_Pk/6E768B5E-A462-4F46-BA2C-101EA2103ACA/Lausunto\\_Elina\\_Moision\\_aloitteesta\\_asumisen\\_kustan.pdf](http://www.hel.fi/static/public/hela/Asuntotuotantotoimikunta/Suomi/Paatos/2012/Att_2_012-03-21_Asuntk_4_Pk/6E768B5E-A462-4F46-BA2C-101EA2103ACA/Lausunto_Elina_Moision_aloitteesta_asumisen_kustan.pdf)  
[2.11.2013]

Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta. 2013. Lausunto Helsingin pysäköinti-politiikka –luonnoksesta. Saatavissa:  
[http://www.hel.fi/static/public/hela/Asuntotuotantotoimikunta/Suomi/Paatos/2013/Att\\_2\\_013-06-26\\_Asuntk\\_9\\_Pk/5F236182-754E-4193-B397-4D097FFEA186/Asuntotuotantotoimikunnan\\_lausunto\\_Helsingin\\_pysak.pdf](http://www.hel.fi/static/public/hela/Asuntotuotantotoimikunta/Suomi/Paatos/2013/Att_2_013-06-26_Asuntk_9_Pk/5F236182-754E-4193-B397-4D097FFEA186/Asuntotuotantotoimikunnan_lausunto_Helsingin_pysak.pdf)  
[19.11.2013]

Helsingin kaupunki. 2009. Autopaikkojen toteuttamiskustannukset ja niiden kohdistaminen nykyistä suuremmassa määrin autopaikkojen käyttäjille. Autopaikkatyöryhmä 31.1.2009. Saatavissa:  
[http://www.hel.fi/static/public/hela/Kaupunkisuunnittelulautakunta/Suomi/Esitys/2009/Ksv\\_2009-04-02\\_Kslk\\_11\\_El/542F8043-0490-4D7A-9AE6-4B8FA277F87B/Autopaikkatyoryhman\\_loppuraportti.pdf](http://www.hel.fi/static/public/hela/Kaupunkisuunnittelulautakunta/Suomi/Esitys/2009/Ksv_2009-04-02_Kslk_11_El/542F8043-0490-4D7A-9AE6-4B8FA277F87B/Autopaikkatyoryhman_loppuraportti.pdf) [19.11.2013]

Keskisaari, V., Jäntti, M. 2010. Selvitys mekaanisista pysäköintilaitoksista. Ramboll Finland Oy. Saatavissa: [http://www.ouka.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=a35fcee-f7559-4699-936e-0f7578fa0c10&groupId=473555](http://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=a35fcee-f7559-4699-936e-0f7578fa0c10&groupId=473555) [10.10.2013]

Lemminkäinen Talo Oy. As. Oy Helsingin Fajanssi. Myyntiesite. Saatavissa:  
[http://www.asunnot.fi/data/media/a0ec56978eb7d8907b426ab8be6e84d1\\_brochure.pdf](http://www.asunnot.fi/data/media/a0ec56978eb7d8907b426ab8be6e84d1_brochure.pdf)  
[19.7.2013]

NCC Rakennus Oy. As. Oy Vantaan Kaunis Bertta. Myyntiesite. Saatavissa:  
[http://www.e-julkaisu.fi/ncc/asunnot/As\\_Oy\\_Vantaan\\_Kaunis\\_Bertta/](http://www.e-julkaisu.fi/ncc/asunnot/As_Oy_Vantaan_Kaunis_Bertta/) [19.7.2013]



Rakennuslehti. 2.7.2012. VVO:n Nieminen: Rakentamisen kalleus estää kohtuuhintaisen vuokra-asumisen. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/rakentaminen/28888.html> [19.11.2013]

Rakennuslehti. 17.1.2013. Viranomaiset ovat kovimpia asuntorakentamisen kustannusten nostajia. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/talous/30387.html> [19.11.2013]

Taloussanomat. 25.9.2011. Autopaikoille korkeampi vuokra – ei laskua autottomille. Saatavissa: <http://www.taloussanomat.fi/asuminen/2011/09/25/autopaikoille-kokeampi-vuokra-ei-laskua-autottomille/201113603/310> [19.11.2013]

Taloussanomat. 12.1.2013. Naapurin autopaikka käy sinulle todella kalliiksi. Saatavissa: <http://www.taloussanomat.fi/autot/2013/01/12/naapurin-autopaikka-kay-sinulle-todella-kalliiksi/2013538/304> [19.11.2013]

Uusi Lahti. 24.4.2013. Mikä ihmeen velvoitepaikka? S. 8. Saatavissa: <http://www.e-pages.dk/uusilahti/42/8> [19.11.2013]

Vantaan kaupunki. 2012. Asemakaavamuutoksen 002161 selostus. Saatavissa: [http://www.vantaa.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/81666\\_002161\\_selostus\\_24092012.pdf](http://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/81666_002161_selostus_24092012.pdf) [19.7.2013]

Wallin, J., Toiskallio, K. 2009. Asukaspysäköintipaikkojen omistamisen, hallinnan ja kunnossapidon organisointi. Saatavissa: [http://www.vantaa.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/31074\\_Asukaspysakointipaikkojen\\_organisointi.pdf](http://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/31074_Asukaspysakointipaikkojen_organisointi.pdf) [19.11.2013]

$z$ = autopaikkatiheys	$[-]$	$g$ = rakennusala	$[m^2]$
$a$ = tontin ala	$[m^2]$	$h$ = rakennusala / tontin ala	$[-]$
$b$ = 1 / autopaikkamääräys	$[k \cdot m^2/ap]$	$i$ = pihan ala	$[m^2]$
$c$ = autopaikkatehokkuus	$[m^2/ap]$	$l$ = autopaikka-ala	$[m^2]$
$d$ = rakennusoikeus	$[k \cdot m^2]$	$m$ = kerrosluku	$[krs]$
$e$ = rakennustehokkuus	$[-]$	$n$ = lisäys rakennusoikeuteen	$[-]$
$f$ = autopaikkamäärä	$[ap]$		

$$Z = \text{autopaikkatiheys} = \frac{\text{autopaikka-ala}}{\text{pihan ala}}$$

$$Z = \frac{l}{i} = \frac{cf}{a-g} = \frac{c \frac{d}{b}}{a-g} = \frac{cd}{b(a-g)} = \frac{cea}{b(a-g)}$$

$$\frac{ce}{bz} * \frac{a}{a-g} = 0 \quad \frac{ce}{bz} = 1 - \frac{g}{a}$$

$$\frac{g}{a} = h = \frac{en}{m} \quad \frac{ce}{zb} = 1 - \frac{en}{m}$$

$$z(e, b, c, n, m) = \frac{ce}{b(1 - \frac{en}{m})}$$

$$z(e, b, c, h) = \frac{ce}{b(1 - h)}$$